

新規開業路線の需要定着過程を表現する需要予測手法に関する研究*

A route choice behavior model considering perception bias in diffusion process *

新倉淳史**・岩倉成志***

By Atsushi NIKURA**・Seiji IWAKURA***

1. はじめに

東京圏では、混雑緩和を目的に高密な鉄道ネットワークが形成されてきた。運輸政策審議会18号答申(2000年)では、2015年を目標年次とする東京都市圏の都市鉄道ネットワークのマスタープランが示され、その中で、混雑緩和の方策の一つとして、新規路線整備や複々線化による輸送力増強が計画されている。

これらの計画は利用者が合理的な交通行動を行っているという仮定のもとに実施された需要予測を基に立案されている。しかし、利用者が合理的な行動を行っていないならば、立案された計画が非効率なものになると考えられる。例えば、開業した路線で、既存路線からの利用者の転換が起らずに、需要が増加しないという問題がある。これは、利用者が乗り慣れている既存路線を利用しつづけて、より良い路線が完成しても変更しないという習慣的行動が影響しているためと考えられる。また、開業直後の路線では十分に需要が定着していないために、実際の利用者数と予測した利用者数に大きな乖離が生じてしまう。

現在の需要予測手法にはこれらの習慣的行動を表現できていない。また、習慣的行動の結果、利用者は提供されている待ち時間や所要時間、乗換時間などのサービス水準と知覚しているサービス水準との間に乖離が生じていると考えられる。

*キーワード：知覚誤差、需要定着、経路選択行動

**正員、工修、(財)運輸政策研究機構 調査室

(東京都港区虎ノ門3丁目18番19号、

TEL03-5470-8405、FAX03-5470-8401)

***正員、工博、芝浦工業大学工学部土木工学科 教授

(東京都港区芝浦3丁目9番14号、

TEL03-5476-3049、FAX03-5476-3166)

そこで本研究では、習慣が引き起こすサービス水準に対する知覚の誤差に着目し、それを交通行動モデルに反映させ、需要の定着過程を表すモデルを開発する。

2. 知覚誤差を考慮した経路選択モデルの定式化

本研究では、需要の定着過程をサービス水準の知覚の変化で表現できると考える。そこで、知覚誤差モデルとそれを組み込んだ経路選択モデルに分けて定式化する。

(1) 知覚誤差を組み込んだ経路選択モデル

本研究では、推計が容易であり、現在の需要予測で一般的に用いられているロジットモデルを用いて経路選択行動を定式化する。通常、効用関数には、分析者が設定した実際のサービス水準を用いるが、利用者が知覚しているサービス水準を用いる方がより個人の行動を表現できると考えられる。既往の研究として鈴木ら¹⁾は認知所要時間等の主観値を変数とすることでモデルの現況再現性が向上する事を示している。しかし、分析者が知覚サービス水準を予測することは困難である。また、筆者らのこれまでの研究²⁾から実際のサービス水準と知覚サービス水準の間には乖離があることが示されている。そこで、知覚しているサービス水準と実際のサービス水準の差を知覚誤差として、この知覚誤差を用いて経路選択モデルを構築する。実際のサービス水準を用いた効用関数は式で表されるが、本研究では所要時間や乗換時間の知覚誤差 T や NT を含んだ効用関数を式で表す。

$$V_i(i) = \theta_1 T_i + \theta_2 C_i + \theta_3 NT_i \quad \dots \text{式}$$

$$V_i(i) = \theta_1 (T_i + \Delta T_i) + \theta_2 C_i + \theta_3 (NT_i + \Delta NT_i)$$

\dots 式

この効用関数のサービス水準に実際のサービス水準 T や NT に、知覚誤差 T 、 NT を加えて選択確率を求める。本研究ではこれを、知覚誤差を組み込んだ経路選択モデルとして定式化する。

(2) 知覚誤差推定モデル

次に、経路選択モデルに組み込む知覚誤差を算出するモデルを定式化する。知覚誤差を推計する最も単純なモデルは、重回帰モデルである。しかし、高橋³⁾の研究から段階的重回帰で推計した知覚誤差率の精度は低いという結果があり、本研究においても重回帰モデルでの推計を試みたものの、精度の高いモデルは推計できていない。

そこで、正しくサービス水準を知覚している正值を中心に図1ように知覚誤差が分布していると考え、知覚誤差を多段階にカテゴリー化して推計する。

この時のカテゴリー k の範囲に知覚誤差が発生する割合 P_k を式 (1) のように定式化する。

$$\Delta P_k = e^{S_k} / \sum_k e^{S_k} \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$S_k = \beta_k + \sum_i \theta_{ki} X_{ki}$$

パラメータ β_k はカテゴリー k の固有の定数項であり、 θ_{ki} は知覚誤差の発生割合を決定する要因が変数となる。この関数を用いて、サービス水準の知覚誤差の発生確率を求める。

次に、推計した知覚誤差推定モデルを用いて、 t 期での知覚誤差 T_t を求める。その知覚誤差 T_t と経路選択モデルとを用いて、経過した t 期の選択確率 P_t を求める。これを繰り返し行い、経過時期ごとに選択確率を求め、時間の経過と選択確率の推移を捉える。

3. データの概要

(1) 分析対象路線

本研究では、平成12年1月に全線開業した都営大江戸線を対象とする。大江戸線は、平成3年末から部分的な開業が始まり、平成12年12月には、国立競技場から都庁前が開通して全線開業となっている。

大江戸線の輸送実績の推移⁴⁾を図2に示すよ。

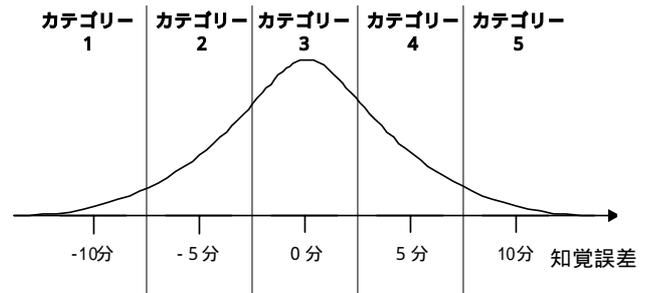


図1 知覚誤差のカテゴリー化のイメージ

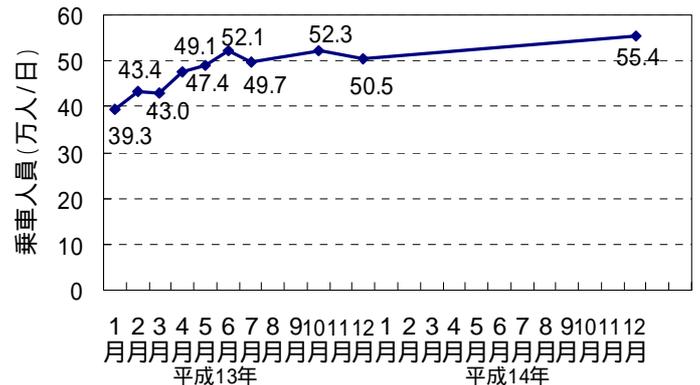


図2 大江戸線の月別乗降人員の推移⁴⁾

乗降人員は、開業直後の平成13年1月で39.3万人/日と当初の見込みより少ないものの、その後は利用者が増加し、開業後1年経過した平成14年12月では、55.4万人/日まで増加している。

(2) 調査方法

本研究では、大江戸線の利用状況を把握するため、(株)アサツーディ・ケイの「KNOTs」システムを利用した独自のインターネットアンケート調査を実施した。まず初めに首都圏全域のサンプルから、通勤および私用をトリップ目的としている大江戸線の利用者と大江戸線を使えるが利用していない被験者の抽出を行い、被験者にアンケートを実施した。

(3) 調査内容

アンケート項目は、被験者に利用経路と代替経路を記述してもらい、両経路の所要時間や乗換時間などの知覚サービス水準をたずねている。大江戸線の需要定着を表現するために、利用経路もしくは代替経路のはどちらか片方に必ず大江戸線を利用する経路を記入してもらった。また、経路の利用状況と経路を選択した要因、個人属性などの回答を得た。

(4) 被験者の属性

得られた被験者の属性をまとめると、通勤目的が334サンプル、私用目的が322サンプルとなりほぼ同数集めることができた。対象路線の利用状況は、大江戸線を利用している被験者が408サンプル（通勤185、私用223）、大江戸線が代替経路となる被験者が235サンプル（通勤137、私用98）となった。

4. サービス水準の知覚誤差

(1) 新規路線に対する認知

大江戸線に対する認知状況、利用状況を時期毎に整理した結果を図3に示す。平成12年12月の全線開業時に口コミや認知に急激な増加が見られる。また、認知、初めての利用、経路変更とほぼ同時期での増加が見られる。このことから、認知と利用の間には相関があり、認知や知覚が利用者の行動へ影響を及ぼしていることがうかがえる。

(2) 経路に対する知覚誤差

大江戸線を利用した経路と代替経路に対する知覚誤差を多段階にカテゴリー化しその割合を整理した結果を図4に示す。利用している経路に対する知覚誤差は、大江戸線を利用している被験者、利用していない被験者共に同じ傾向を示している。一方、利用していない経路（以下、代替経路）では、大江戸線利用者の代替経路の知覚誤差は小さいのに対して、大江戸線を利用していない被験者（以下、大江戸線非利用者）は、大江戸線に対してプラス側の知覚誤差の割合が大きい。このことより大江戸線非利用者は、大江戸線を実際よりもサービスを低く知覚している事が分かる。このサービスを低く知覚している事が選択へ影響を及ぼし、開業直後に需要が増加せず、需要の定着を遅らせていると考えられる。

(4) 利用年数と知覚誤差

知覚誤差は、習慣的行動により起因すると仮定している。また、習慣的行動は繰返し行動により形成されると考えられている。そこで、知覚誤差の要因として、経路を利用している年数が考えられる。ここでは、被験者の所要時間の知覚誤差と利用年数の

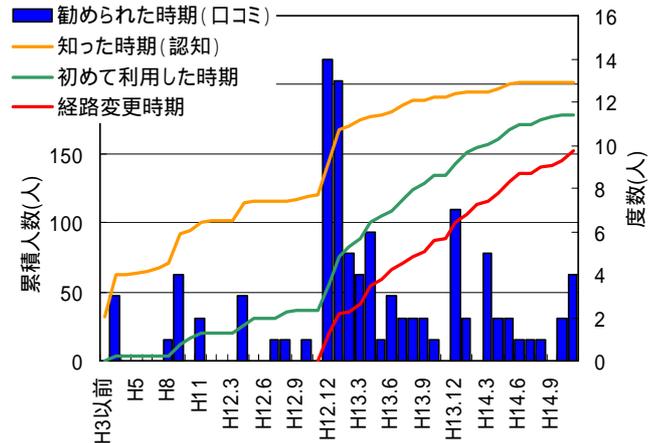


図3 アンケート結果から見た需要定着の動向

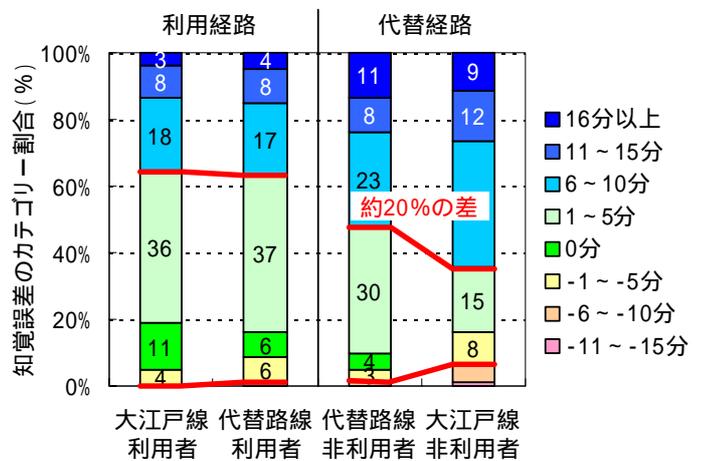


図4 利用経路と代替経路と所要時間知覚誤差の関係

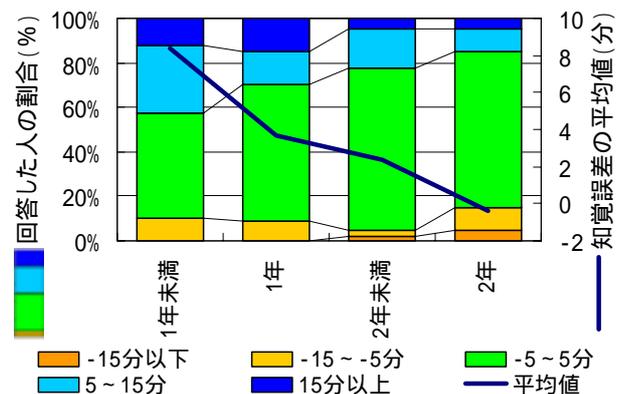


図5 利用年数と所要時間知覚誤差の関係

関係を図5に示す。このとき、利用年数が増加すると共に、知覚誤差が小さいカテゴリーの割合が増加し、知覚誤差の平均値も減少する。また、待ち時間や乗換時間の知覚誤差においてもこのような傾向が見られた。このことから利用年数が知覚誤差の要因と考えられる。同様に、繰返し行動に関連して、経路に対する利用頻度が高いほど知覚誤差は小さくなる傾向が見られた。

4. 新規路線開業後の需要定着のモデル開発

前章での知覚誤差に関する分析より、これらの要因を変数として式で定式化した知覚誤差推定モデルを求める。このとき、所要時間の知覚誤差を5段階にカテゴリー化し、カテゴリー3で基準化した時の推定結果を表1に示す。この推定結果をもとに、カテゴリー割合と重み付き平均で求めた所要時間20分に対する知覚誤差と利用年数の変化をシミュレートしたのが図6である。利用開始当時は、所要時間を長く知覚しているが、年数の経過とともに所要時間を正しく知覚するようになる。このモデルでは利用年数を変数にして、推定知覚誤差を表現した。

同様に、待ち時間、乗換時間の知覚誤差を推定し、推定知覚誤差を求める。

この推定知覚誤差に実際のサービス水準を加えて知覚サービス水準とする。この知覚サービス水準を用いて、式を用いて大江戸線を含んだ経路と代替経路の経路選択モデルを推定する。通勤トリップに対して実際のサービス水準で作成したモデルと知覚値で作成した経路選択モデルの推定結果を表2に示す。今回のデータでは知覚値モデルを明確に推奨できる結果とはなっていないが、知覚値で推定した経路選択モデルと先の知覚誤差モデルとによってモデル特性を検討する。

図7は大江戸線の新宿駅から日比谷線神谷町駅までの3経路の選択確率を経年変化でみたものである。大江戸線の開業後、徐々に需要が増加していく様子が見える。これは、開業直後は、既存路線への習慣が強く新規路線（大江戸線）を利用せず、年数の経過とともに新規路線に対するマイナスイメージの知覚誤差が低減し、新規路線へ経路を変更していくことを表現することが可能となった。

5. まとめ

本研究では、大江戸線利用者・非利用者の習慣的行動を実証的に分析した。また、知覚誤差推定モデルを構築して、開業後の経過年数による変化を捉えた。また知覚誤差を組み込んだ経路選択モデルでは、年数の経過により選択確率が増加するという需要の定着過程を表現するモデルを構築した。

表1 所要時間の知覚誤差推定モデル

所要時間	カテゴリー1 -10分以下	カテゴリー2 -9~-4分	カテゴリー3 -3~3分	カテゴリー4 4~9分	カテゴリー5 10分以上
定数項 c	-6.406 (-5.47)	-1.997 (-3.11)	0.00	-1.649 (-3.02)	-2.474 (-3.25)
所要時間 t	-0.042 (-1.21)	-0.113 (-3.33)	-0.138 (-4.32)	-0.109 (-3.72)	-0.098 (-3.34)
利用年数 y	-0.140 (-0.39)	-0.136 (-0.54)	0.203 (-1.13)	0.013 (-0.08)	-0.441 (-1.52)
尤度比	0.204 (t値)				
サンプル数	160				

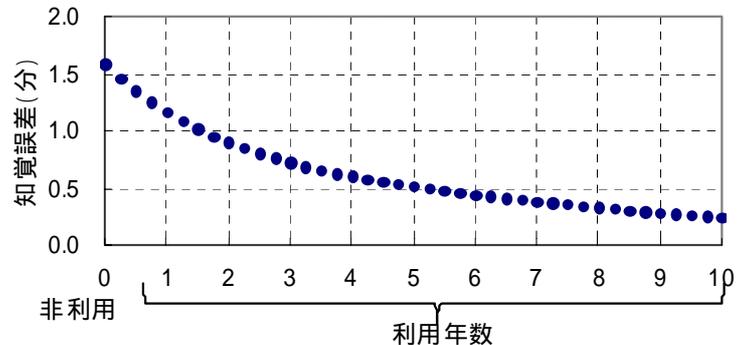


図6 所要時間20分に対する知覚誤差

表2 経路選択モデルのパラメータ推定結果

		実データモデル		知覚値モデル	
アクセス時間	1	-0.084	(-1.44)	-0.021	(-0.31)
待ち時間	2	0.180	(2.08)	-0.127	(-1.83)
所要時間	3	-0.067	(-2.42)	-0.016	(-0.84)
乗換え時間	4	-0.149	(-2.78)	-0.166	(-3.00)
イグレス時間	5	-0.281	(-5.00)	-0.282	(-4.83)
乗換え回数	6	-1.089	(-3.07)	-0.210	(-0.56)
大江戸線定数項	0	-0.165	(-0.60)	0.228	(0.98)
尤度比		0.3288		0.3283	

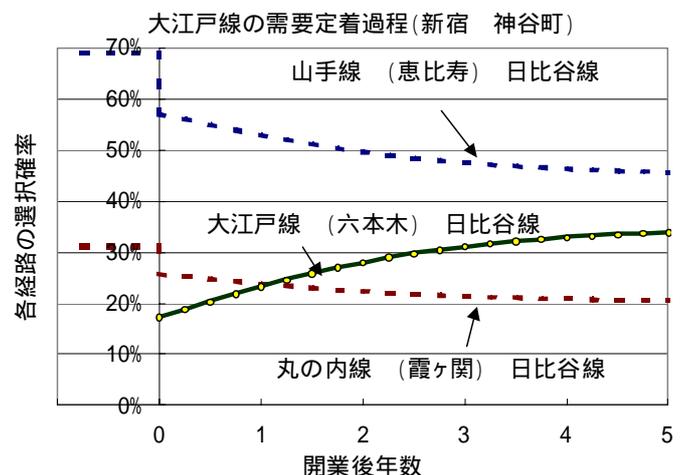


図7 新宿駅 - 神谷町駅間の需要定着の推計(例)

参考文献

- 1) 鈴木聡 他：意識データを用いた非集計モデルの改良に関する分析, 土木計画学研究・論文集Vol. 4, pp.229-236, 1986
- 2) 岩倉成志, 新倉淳史：習慣メカニズムと経路選択行動モデル, 土木計画学研究・講演集Vol. 24-2, pp.545-548, 2001
- 3) 高橋郁夫：スーパーにおける消費者の価格知識とその規定要因, 杏林社会科学研究, 第5巻, 第1号, pp.66-83, 1998
- 4) (財)運輸政策研究機構：鉄道政策の新たな展開に向けて～鉄道整備基礎調査報告シンポジウム～, 2003