

時間帯別の列車種別選択行動に関する分析

山下 良久¹・金井 義和¹・土屋 貴佳¹・日比野 直彦²

¹正会員 社会システム株式会社 社会経済部（〒153-0043 東京都目黒区東山1-5-4）

E-mail:yamashita@crp.co.jp

²正会員 政策研究大学院大学准教授 大学院政策研究科（〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1）

E-mail: hibino@grips.ac.jp

都市鉄道における政策課題の一つとして速達性の向上が挙げられる。速達性の向上を図る施策として、これまでは鉄道新線の建設や複々線化整備等が主な施策として実施されてきた。しかしながら、今後は、人口減少・少子高齢化の進展に伴う鉄道需要の減少が見込まれることから、従来のような大規模投資は困難になりつつある。このような状況下における整備施策の一つとして、急行や快速等の急行系列車の運行が考えられるが、急行停車駅において乗換旅客が増加することから、実施に当たっては、乗換旅客数を推計し、ホーム等の施設容量が十分であるかを検討することが必要になる。

本研究では、急行系列車運行を検討する際に必要な旅客の列車種別選択要因について、東急東横線を例にその把握を試みる。

Key Words : passengers' train type choice behavior

1. はじめに

我が国の大都市圏における都市鉄道整備は、運輸政策審議会（以下、運政審）での答申をもとに進められてきた。1980年以降に出された答申では、主として「輸送力増強による混雑緩和」、「都市構造の形成・まちづくり支援」、「速達性、快適性の向上等輸送サービスの高質化」、「持続可能な輸送サービスの確保」の4つが大きな政策目標として掲げられ¹⁾、新規路線整備や複々線化整備等、目標達成に向け様々な施策が展開されてきた。

政策目標の一つである速達性の向上に着目すると、例えば東京圏を対象とした運政審答申第18号では、郊外部と東京都心部間のみならず、都心・副都心・業務核都市間を結ぶ高速ネットワークの整備が掲げられた。既設線の複々線化、新規路線整備、相互直通運転化、追越施設の整備が実施され、東京都心部からの60分到達圏域内人口が約36万人増加²⁾する等の効果を挙げている。

今後においても、速達性に対する課題を抱える路線や地域が存在することから、都市鉄道等利便増進事業等の助成制度を積極的に活用しながら速達性向上施策を進めることが求められる。その際の方策の一つとして急行運転化が挙げられる。急行運転化では、急行停車駅における乗換旅客数が増加することから、停車駅の選定に当たっては、ホーム等の施設容量の観点からも検討を行うことが必要である。

このような問題意識から、本研究は、都市鉄道旅客の列車種別選択行動について、その選択要因を把握することを試みる。本稿では、列車種別選択モデルを構築し、影響要因や出発時刻、年齢層等による影響度合いの差異について基礎的な分析を行うとともに、列車種別需要分析に当たって、既往統計データの制約についての整理を行う。

2. 分析データの単純集計

(1) 分析データ

本研究では、平成17年大都市交通センサスのマスターデータを用いる。

平成17年大都市交通センサスでは、利用者が調査票を受け取った日の鉄道利用トリップについて、3トリップまで質問をしている。第1トリップについては、移動目的、出発地・目的地住所、利用路線、乗車駅・乗換駅・最終降車駅、利用列車種別（各駅停車、快速・急行等、有料列車、新幹線）等を取得している。第2トリップについては、出発地・目的地住所以外の情報が取得されている。第3トリップについては、利用路線と乗車駅・最終降車駅の情報のみとなっている。本調査では、利用者の利用路線、利用経路、利用列車種別が把握できる第1、2トリップのデータを用いる。また、移動目的は最もサンプル数の多い通勤目的を対象とする。

(2) 分析対象路線

本研究では、東急東横線を分析対象路線とする。東急東横線は、平成17年10月現在において、各駅停車、急行、特急、通勤特急の4タイプの列車が運行されている。上述のように大都市交通センサスでは、列車種別を「各駅停車」、「快速・急行等」、「有料列車」、「新幹線」と4区分で質問していることから、急行、特急、通勤特急は全て「快速・急行等」で回答されている。

東急東横線を利用する通勤目的のサンプルのうち、利用経路、利用列車種別が回答されているサンプル数は、6,791サンプルである。以下の集計分析では、これらのサンプルを用いる。また、以降では、急行系列車を「急行」と略称する。

(3) 集計分析

a) 各駅・急行分担率

6,791サンプルをもとに各駅・急行分担率の算出を行う。急行利用サンプルは、乗車駅から急行を利用するサンプルおよび急行停車駅で各駅から急行に乗換えるサンプルとする。

表-1は、各駅・急行分担率をサンプル数ベースと拡大係数ベースで算出した結果である。いずれにおいても、約6割が各駅利用になっている。

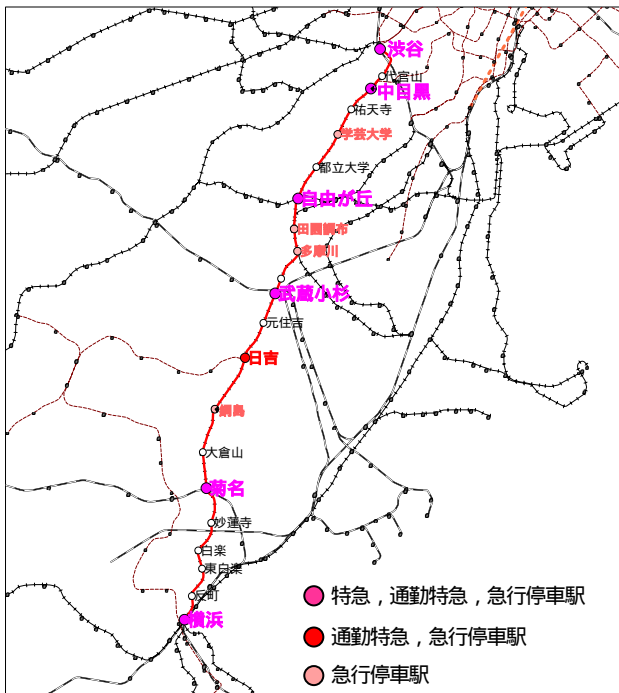


図-1 分析対象路線（東急東横線）

表-1 各駅・急行分担率

	各駅	急行
サンプル数ベース	59.7%	40.3%
拡大係数ベース	60.7%	39.3%

b) 乗車時間別各駅・急行分担率

各駅・急行分担率を各駅利用での乗車時間別に集計した結果を図-2に示す。なお、サンプル数ベースと拡大係数ベースで大きな差異が見られなかったことからサンプルベースの結果を示している。

各駅利用時の乗車時間が長くなるほど、急行を選択する傾向が強まることが見て取れる。乗車時間が20分以上になると各駅と急行利用が拮抗し、40分以上になると急行が優位になっている。

c) 乗車時刻別各駅・急行分担率

図-3は、乗車時刻別の各駅・急行分担率をサンプルベースで集計した結果を示している。乗車時刻が遅くなるほど、急行を利用する割合が高くなることを見て取れる。乗車時刻が遅くなるほど、始業時刻までの余裕が少ないこと等が理由として考えられるが、これらに関連するデータを入手し分析を深度化する必要がある。

d) 性別による各駅・急行分担率

図-4は、男性・女性別に各駅・急行分担率をサンプルベースで集計した結果を示している。性別による選好の違いはほとんど見られない。

e) 年齢層別各駅・急行分担率

図-5は、年齢層別に各駅・急行分担率をサンプルベースで集計した結果を示している。年齢が高くなるほど各駅を 선호する傾向が高まることが見て取れる。

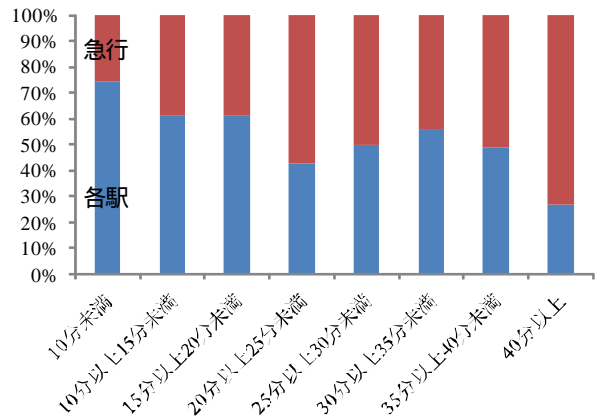


図-2 乗車時間別各駅・急行分担率

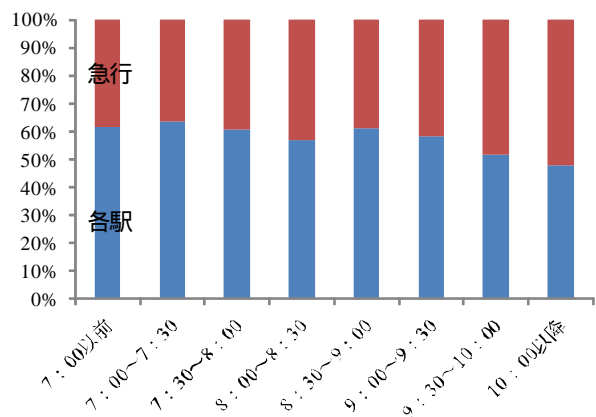


図-3 乗車時刻別各駅・急行分担率

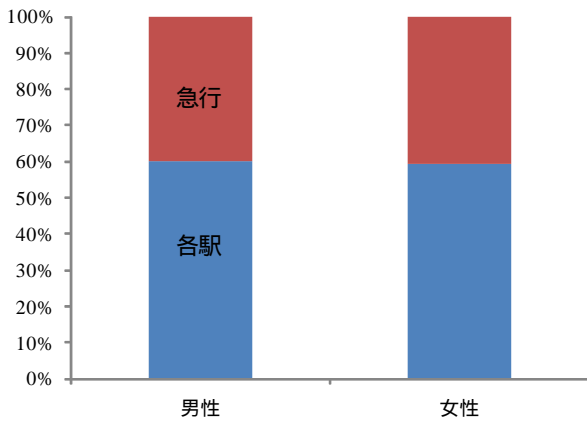


図-4 性別による各駅・急行分担率

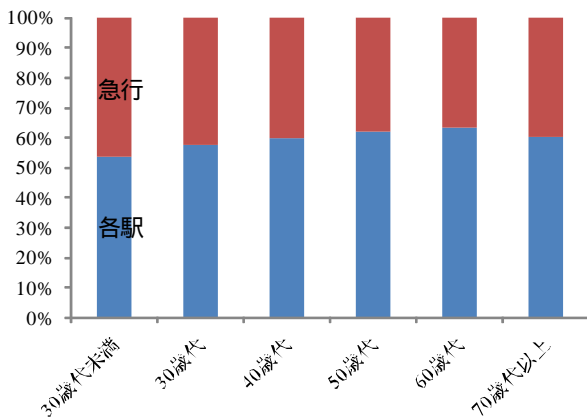


図-5 年齢層別各駅・急行分担率

3. 列車種別選択モデルの構築

(1) モデル構造

列車種別選択モデルの構造は、非集計バイナリーロジットモデルとする。選択確率の計算式を式(1a)に、効用関数を(1b)に示す。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\exp(V_{in}) + \exp(V_{jn})} \quad (1a)$$

$$V_{in} = \sum \theta_k X_{ink} \quad (1b)$$

P_{in} : 個人 n が選択肢 i を選択する確率

V_{in} : 個人 n が選択肢 i を選択することで得られる効用

X_{ink} : 個人 n の選択肢 i における k 番目のサービス変数

θ_k : k 番目のサービス変数に対するパラメータ

(2) サービス変数

効用関数に取り入れるサービス変数としては、「乗車時間（共通変数）」、「運行本数（共通変数）」、「乗換回数（急行固有変数）」の3変数とする。本来であれば、混雑率も主要な選択要因の一つと考えられるが、大都市交通センサスのマスターデータを列車種別で集計し、混雑率を算出したところ、列車種別で大きな偏りが見ら

表-2 代替経路の設定方法

実経路	実経路の初乗り駅	代替経路
各駅	急行停車駅	初乗り駅から急行利用
各駅	各駅のみ停車駅	目的駅方面で最寄りの急行停車駅から急行利用
急行		初乗り駅から各駅利用

れたこと、実際には考え難い混雑率となる区間があること等から、変数として用いるには精度に課題があると考え、本研究では導入を見送ることとした。

(3) 代替経路の設定方法

各サービス変数のパラメータを推定するためには、各サンプルに対し、実選択経路とともに代替経路のサービス水準を設定することが必要となる。

実経路が各駅利用で、実経路の初乗り駅が急行停車駅であるサンプルについては、初乗り駅からの急行利用を代替経路として設定する。一方、初乗り駅が急行停車駅でないサンプルについては、目的駅方面で最寄りの急行停車駅から急行に乗換える経路を代替経路として設定する。実経路が急行利用であるサンプルについては、初乗り駅からの各駅利用を代替経路として設定する。表-2に代替経路の設定方法を整理する。

(4) サービス変数の計測方法

a) 乗車時間

各サンプルの乗車駅・最終降車駅間の所要時間については、時刻表をもとに計測を行う。具体的には、乗車駅・最終降車駅間の平均所要時間を、乗車駅での発車時刻をもとに30分ごとに計算した上で、各サンプルの初乗り駅での乗車時刻から、当該時間帯の平均所要時間を設定する。なお、複数の急行系列車が停車する乗車駅・最終降車駅間については、これらの平均時間を設定する。

b) 運行本数

乗車駅・最終降車駅間の運行本数については、乗車時間と同様に、乗車駅での発車時刻をもとに30分ごとに集計した上で、サンプルの初乗り駅での乗車時刻をもとに該当する時間帯の本数を設定する。急行の運行本数については、特急、通勤特急、急行の合計を設定する。なお、運行本数の限界効用は低減すると考えられるため、効用関数への導入に当たっては対数をとって取り入れることとする。

c) 乗換回数

急行停車駅において急行に乗換える場合に、乗換回数を1とカウントし設定する。

(5) パラメータ推定結果

表-3にパラメータ推定結果を示す。パラメータ推定に

当たっては、集計分析での結果を踏まえ、「モデル：全サンプル」、「モデル：乗車時間別」、「モデル：乗車時刻別」、「モデル：年齢層別」でモデルを分けて推定を行った。図-6には、乗換回数と乗車時間のパラメータの比率（以下「パラメータ比」）を示す。

a) モデル：乗車時間別

20～40分（新丸子駅～渋谷駅：20分程度）におけるパラメータ比が高く、乗換回数の感度が高くなっている。つまり、他の時間帯に比べ、各駅停車から乗車した旅客が急行停車駅において、急行列車に乗換える傾向が弱いことが読み取れる。一方、40分以上の時間帯では、乗車時間が長くなるため、急行に乗換える傾向が強まっている。

b) モデル：乗車時刻別

乗車時刻が遅いほど、乗車時間の感度が高い結果となっている。乗車時刻が遅いほど、通勤の余裕時間が少なくなることで、時間の感度が高くなっていると考えられる。

c) モデル：年齢階層別

パラメータ比が年齢階層に比例して高くなる結果となり、年齢階層が高いほど乗換の抵抗が高く、年齢階層が低いほど乗車時間の感度が高いことが分かる。

4. まとめ

本研究では、平成17年大都市交通センサスの東急東横線利用データから列車種別選択モデルを構築した。本モデルから乗車時間帯や乗車時間長、年齢階層により列車

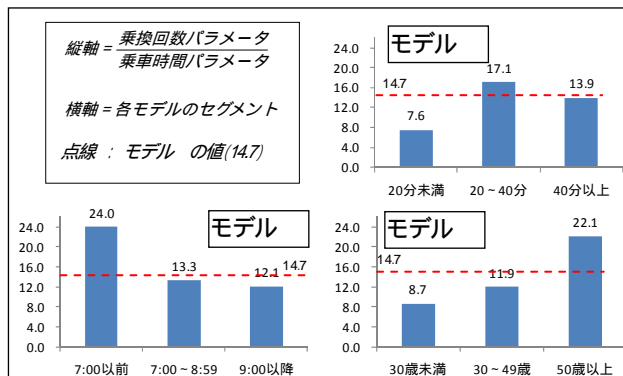


図-6 乗換回数と乗車時間のパラメータの比率

種別の選択行動に差異があることが確認された。これは、急行停車駅の選定や、高齢化の進展を踏まえた運行計画の策定において重要な情報を提供していると考えられる。

列車種別需要分析を行う上での既往統計データ上の課題としては、より詳細な運行計画を検討するためには、各利用者の列車種別を正確に把握する必要があり、大都市交通センサス等での詳細なデータ取得が望まれる。また、需要推計においては、列車種別ごとの断面交通量・混雑率等の実績データが必要であり、応荷重データ等を活用したサンプルデータの拡大方法を検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省:都市鉄道整備のあり方-新たな社会的ニーズへの対応-, 2004.
- 2) 財団法人 運輸政策研究機構:運輸政策審議会答申第18号フォローアップ調査 報告書, 2006.

表-3 パラメータ推定結果

モデル		乗車時間 (分)	Ln (運行本数) (本/30分)	乗換回数 (回)	サンプル数 (急行選択率)	尤度比	的中率	
モデル	パラメータ	-0.156	0.492	-2.30	6,239	0.190	68.2%	
	t値	-18.5	11.3	-22.9	(44%)			
モデル	20分未満	パラメータ	-0.289	0.749	-2.18	3,690	0.211	66.5%
		t値	-11.8	11.8	-14.3	(37%)		
	20分～40分	パラメータ	-0.133	0.322	-2.27	2,141	0.162	69.3%
		t値	-9.31	3.60	-15.6	(50%)		
	40分以上	パラメータ	-0.133	0.635	-1.85	408	0.221	77.2%
		t値	-6.86	2.17	-4.75	(73%)		
モデル	7:00以前	パラメータ	-0.121	0.589	-2.91	1,022	0.187	67.4%
		t値	-6.30	4.97	-9.12	(41%)		
	7:00～8:59	パラメータ	-0.163	0.464	-2.17	4,392	0.180	67.3%
		t値	-14.0	8.94	-18.3	(43%)		
	9:00以降	パラメータ	-0.200	0.603	-2.42	825	0.275	74.5%
		t値	-10.1	3.79	-9.61	(52%)		
モデル	30歳未満	パラメータ	-0.243	0.468	-2.11	615	0.216	73.2%
		t値	-7.55	3.22	-7.26	(51%)		
	30～49歳	パラメータ	-0.173	0.536	-2.06	3,155	0.183	68.0%
		t値	-13.9	8.64	-15.8	(44%)		
	50歳以上	パラメータ	-0.124	0.486	-2.73	2,362	0.200	67.1%
		t値	-9.83	7.03	-13.9	(41%)		