

東京圏都市鉄道の運行ダイヤが緩急行選択に与える影響分析

社会基盤学専攻
土木計画研究

AH20029 いのうえ じょうじ 井上 誠仁
指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

東京圏都市鉄道の混雑問題に対し、鉄道事業者は従来、長編成列車の運行や混雑区間の複々線化工事を精力的に行うことで、輸送力を増強してきた。コロナ禍を経て鉄道利用者の混雑に対する抵抗感が増加している一方、緩行列車と急行列車の混雑率に大きな差が生じている路線もある。今後、鉄道利用者数が以前の水準まで増加することはないとされているが、都市鉄道の利便性向上のためにも、急行列車への需要偏重の要因を解明する必要がある。

古川ら¹⁾は、複数路線のダイヤパターンが乗車時間や列車混雑率に与える影響を示し、岩倉ら²⁾は、田園都市線を対象に列車種別選択と混雑回避行動の関係を示唆した。しかし、路線や乗降駅の違いによる緩急行列車の選択傾向の違いと、運行ダイヤ設定による乗降駅間の特徴の関係性について述べられている研究は少ない。

本研究では、急行列車の需要偏重要因として緩急行列車の運行ダイヤに着目し、朝ラッシュ時間帯の複数路線の乗降駅間における緩急行列車の選択に影響を与えている要因について分析することを目的とする。

2. データ概要

2.1. 使用データ

- (1) 平成27年度大都市交通センサス調査（首都圏）
 - ① 鉄道利用調査データ
 - ② 鉄道輸送サービス実態調査データ
 - ③ 乗換え施設実態調査データ
- (2) マイライン東京時刻表 2015年10月号
- (3) 平成30年度版 都市・地域交通年報(H27データ)
- (4) ジョルダン乗換案内アプリ

2.2. 分析対象

朝ラッシュ時間帯に対象路線の上り列車に通勤目的で乗車したサンプルを対象とした。対象路線は、東京圏の緩行列車と急行列車を運行する民鉄路線の中で、都心部までの途中駅での降車客が少ないと考えられる9路線とした。降車駅の到着時刻ベースで分析を行うために、降車駅は各路線において乗降人員が最も多い1駅とした。対象時間帯は、設定した降車駅に到着する列車本数が最も多く、運行種別が類似している時間帯を15分単位で設定した。また、列車運行形態を可視化し、運行ダイヤの特徴ごとに6分類した(表-1)。

表-1 分析対象条件

① 対象路線	② 対象区間	③ 対象時間帯	④ ダイヤ分類
東急東横線	横浜 ~ 渋谷	7:45~9:29	短距離
京王京王線	京王八王子 ~ 新宿	7:45~8:59	長距離 急行型
西武新宿線	本川越 ~ 高田馬場	7:30~8:44	
東武東上線	小川町 ~ 池袋	7:00~8:29	
小田急小田原線	本厚木 ~ 新宿	7:45~8:44	短距離 両立型
西武池袋線	飯能 ~ 池袋	7:30~8:44	長距離
東武伊勢崎線	久喜 ~ 北千住	7:30~8:29	
東急田園都市線	中央林間 ~ 渋谷	7:45~8:59	短距離 平準型
つくばエクスプレス線	つくば ~ 秋葉原	7:45~8:44	長距離

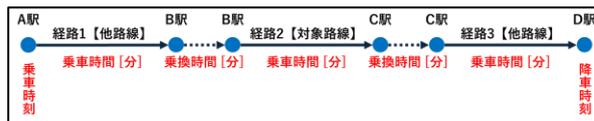


図-1 利用列車推定イメージ

表-2 選択肢集合

乗降駅組み合わせ	選択肢①(緩行選択)	選択肢②(急行選択)
急行停車駅から乗車	緩行のみ利用	急行のみ利用
急行通過駅から乗車	緩行のみ利用	緩行→急行乗換利用

2.3. 利用列車の推定

対象路線における対象サンプルの利用列車を以下の手順で推定した。

- (1) 対象路線前後の利用経路の乗車時間データを整備。
- (2) 乗換駅における乗換時間データを整備。
- (3) 各サンプルの経路1の乗車時刻、最終経路の降車時刻、利用種別、他路線の乗車時間と乗換時間により、対象路線の乗車時刻と降車時刻を推計。
- (4) (3)で推計した各サンプルの対象路線における乗降時刻、利用種別より、利用列車を推定(図-1)。

3. 緩急行選択モデルの構築

3.1. 選択肢集合の定義とモデル構造

対象路線を急行停車駅から乗車する場合と急行通過駅から乗車する場合を想定し、それぞれ実選択経路と代替経路を設定した(表-2)。以下、各駅に停車する列車を緩行、その他優等種別列車を急行とする。

緩急行選択に影響を与えている要因を分析するため、目的変数を「急行選択」として、非集計2項ロジットモデルを基にした緩急行選択モデル式(説明変数が x , z の2つであるケース)を以下に示す。

$$P_{Express} = \frac{1}{1 + e^{-\{C + \theta_x(x_{Exp} - x_{Loc}) + \theta_z(z_{Exp} - z_{Loc})\}}} \quad (1)$$

ここで、 $P_{Express}$: 急行選択, C : 定数項 (モデル2

では路線固有定数を含む), θ : パラメータ, Exp : 急行, Loc : 緩行, x : 変数 1, z : 変数 2 とする.

3.2. 説明変数の設定

(1) 乗車時間・急行運行割合・乗換の有無ダミー

列車種別選択を扱う既往研究で用いられていた変数を参考に, 本モデルではこれら 3 変数を取り入れた.

急行運行割合は, 緩行と急行を選択可能な最初の駅(乗車駅・乗換駅)における 30 分単位の比率とした.

(2) 混雑指標

乗降駅間が近く, 急行の混雑率が緩行より相対的に高い乗車駅や, 緩行の始発列車がある駅から乗車した場合に緩行選択が多い傾向が見られたため, この変数を取り入れた. 混雑指標は, 次式で求められる.

$$CI_m = \sum_j Tm_{mj} \cdot \left(\frac{cong_{mj}}{100} \right)^2 \quad (2)$$

CI_m : 選択肢 m の混雑指標

Tm_{mj} : 選択肢 m の区間 j の乗車時間

$cong_{mj}$: 選択肢 m の区間 j の混雑率

各駅間断面別・緩急行別の輸送人員と輸送定員から混雑率を推計し, 式(2)に代入することで算出した.

(3) 直前・直後の急行との発車時刻差(緩行のみ)

緩急行を選択可能な最初の駅(乗車駅・乗換駅)において, 緩急行の規則的な運行による出発時刻の偏りにより選択傾向に差が見られたことから, 運行ダイヤによる選択特性を表す変数として取り入れた(表-3).

(4) 路線固有定数

上記の LOS 変数では表現しきれない路線固有の未観測要因が緩急行選択に影響を与えている可能性を考慮し, 路線別ダミーを取り入れた.

4. パラメータ推定結果

路線共通の定数項としたモデル 1, 路線固有定数を追加したモデル 2 のパラメータ推定結果を表-4 に示す. 取り入れた LOS 変数はすべて有意となり, モデル 2 では尤度比が上昇し説明力が向上したが, どちらも混雑指標の符号は整合しなかった. 緩急行選択への混雑影響の同定は今後の課題である.

モデル 2 の路線固有定数より, 田園都市線, 京王線, 伊勢崎線, TX 線は東横線より有意に急行が選択されにくい傾向が示された. これは, 田園都市線と TX 線は平準型, 京王線と伊勢崎線は長距離型であるのに対し東横線は短距離・急行型であり, 短区間で急行に複数回抜かされるなど, 緩行選択時の乗車時間のばらつきが東横線の急行選択志向を高めている可能性がある.

路線固有定数で急行選択傾向を比較すると, 特に急行型である東横線, 新宿線, 東上線は高く, 平準型である田園都市線, TX 線は低い結果となり, 急行型における中長距離利用者の急行誘導力の高さと, 平準型に

表-3 列車ごとの選択傾向例

つくばエクスプレス線							
守谷		発車時刻 0分→3分→6分→8分→11分→14分→16分					
運行パターン	緩行			急行			
	サンプル	利用人数	選択確率	サンプル	利用人数	選択確率	
①緩行	65	1245	81.7%	10	278	18.3%	
②緩行	50	947	87.1%	10	140	12.9%	
③急行							
流山おおたかの森		発車時刻 0分→3分→7分→8分→11分→15分→16分					
運行パターン	緩行			急行			
	サンプル	利用人数	選択確率	サンプル	利用人数	選択確率	
①緩行	61	1126	52.0%	54	1039	48.0%	
②緩行	37	672	56.5%	20	518	43.5%	
③急行							

表-4 パラメータ推定結果

説明変数	モデル1 (n=6261)		モデル2 (n=6261)	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
乗車時間(分)	-0.135	-17.72 *	-0.115	-14.8 *
混雑指標	0.0000534	4.26 *	0.0000753	5.25 *
乗換の有無	-2.42	-23.39 *	-2.49	-23.3 *
急行運行割合	1.54	5.50 *	2.17	4.66 *
直前急行との差(分)	0.104	7.34 *	0.131	7.75 *
直後急行との差(分)	0.0405	3.11 *	0.0538	3.82 *
定数項	-0.684	-3.92 *	-0.178	-0.75
ASC 田園都市線	-	-	-0.624	-4.62 *
ASC 小田原線	-	-	-0.230	-1.11
ASC 京王線	-	-	-1.05	-7.10 *
ASC 新宿線	-	-	0.0078	0.05
ASC 池袋線	-	-	-0.174	-1.21
ASC 東上線	-	-	0.154	0.70
ASC 伊勢崎線	-	-	-0.784	-4.97 *
ASC TX線	-	-	-0.977	-7.63 *
尤度比	0.224		0.244	

*:5%有意

表-5 表定速度

時速	東横線	田園都市線	小田原線	京王線	新宿線	池袋線	東上線	伊勢崎線	TX線
緩行	29.2	29.4	27.6	24.0	27.5	31.2	28.2	34.0	48.6
急行	35.9	35.2	35.6	31.4	39.4	40.6	46.4	52.4	51.9

における緩急行の LOS 差の小ささが表れていると考える. 両立型では, 小田原線や池袋線より長距離の複々線区間を持つ伊勢崎線の方が緩行を選択されやすい結果となり, 緩行の高い速達性が影響していると考える. また, 長距離・急行型である京王線の急行選択傾向が新宿線や東上線と比較して低いのは, 急行種別の表定速度の低さが影響していると考えられる(表-5).

5. おわりに

本研究では, 緩急行選択モデルにより複数路線の運行ダイヤと乗降駅間の LOS が急行選択に与える影響を示した. しかし, 設定した LOS では運行ダイヤに起因する路線差を十分に捉えきれていない可能性がある.

今後は, 運行ダイヤ分類を細分化し, 路線ごとの特性となる指標を整備することで, 路線固有定数が吸収している要因を明らかにする必要があると考える.

参考文献

- 1)古川敦, 高木淳, 家田仁: 列車ダイヤパターンと利用者便益との関連性に関する分析, 土木計画学研究・論文集, 1989
- 2)岩倉成志, 福田恭生: コロナ禍での都市鉄道の混雑回避行動の考察 - 東急田園都市線を対象に -, 第 67 回土木計画学研究・講演集, 2023