

夜の都市鉄道利用者における混雑不効用に関する研究

東京大学 学生員 ○山崎 翔平
 東京大学 フェロー員 家田 仁
 鉄道・運輸機構 正会員 森田 泰智

1. はじめに

都市鉄道の利便性・サービス向上への社会的要請は増大しており、その中でも混雑問題は依然として主要な要素の1つである。これまでは、主に朝ピーク時の最混雑率の緩和を主眼として、輸送力増強のための施策が講じられてきた。一方、夜間の時間帯においても混雑問題は顕著であり、都市鉄道サービスの更なる向上を図る観点から、夜間における混雑や着席ニーズに関する利用者行動の実態を把握し、今後の効果的な施策の検討に役立てることが求められている¹⁾。

そこで、本研究では夜間の混雑問題に対する基礎的研究として、朝の通勤時と夜の帰宅時における混雑不効用（不効用：不快、苦痛に感じる度合い）に着目し、西武池袋線を対象に鉄道駅における利用者行動に関する実測調査を行い、その実測データを用いて混雑不効用関数を推定した。なお、検討の際に行ったモデル化の手法に関しては、着席効用度を算出するために地下鉄丸ノ内線池袋駅で現地調査を行った家田ら²⁾の研究を参考にしている。

2. 分析の流れ

本研究では、混雑に対する抵抗感を説明する指標としてターミナル駅において列車の待ち行列が形成される状況および各列車内における区間別の混雑を測定した。これに

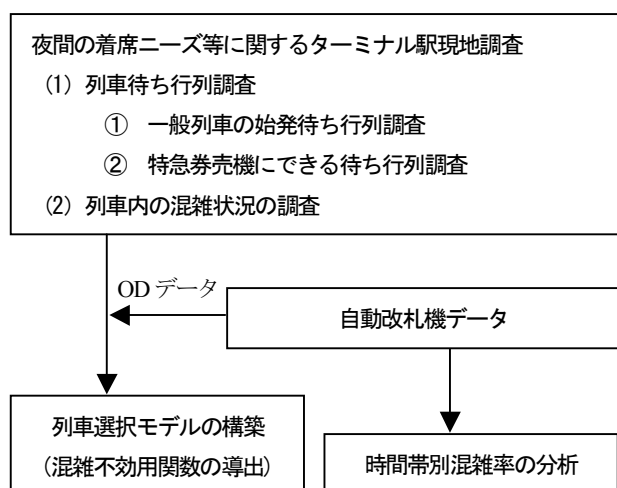


図1 分析フロー

キーワード 夜間の混雑、混雑不効用

連絡先 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻交通研究室

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 工学部 1 号館324号室

TEL:03-5841-6118、e-mail:s-yamazaki@trip.t.u-tokyo.ac.jp

特急券販売実績、自動改札機より得られるODデータ等を組み合わせることで列車選択モデルを構築し、混雑不効用を推計した。

3. ターミナル駅現地調査

(1) 調査概要（西武池袋駅）

西武池袋駅は全列車が始発列車であり、混雑した時間帯であっても、列車到着前からホーム上で並ぶことで着席できる。また、座席指定有料特急列車が設定されており、追加料金を支払うことでも着席を確保できる。したがって、着席チャンスを含めた列車選択における選択肢が豊富であり、モデル化には好都合な駅として選定した。

西武池袋駅では、特急券は改札内および改札外で購入できるが、直近の先発列車分（発車30分以内）は改札内のみ購入できない。また、事前にインターネットで予約をしていた場合は、改札内、改札外の双方で購入できる。この予約分は発車10分前に販売を終了し、発車5分前からキャンセル分として改札内で一般向けに販売されるが、この購入のために列車によっては券売機前に待ち行列が発生する状況となっている。

(2) 調査日および調査時間

調査実施日は平成19年10月17日（水）と同19日（金）であり、水曜日は平日の平均的な傾向を見るため、金曜日は飲み会等で帰宅時間が遅くなることを考慮して設定した。時間帯は、それぞれ18時台と22時台であり、18時台は定時で帰宅する人による混雑の第1波を、22時台は飲酒・残業等を経て帰宅する人による混雑の第2波として設定した³⁾。

(3) 調査項目および結果

a) 列車待ち行列調査

この調査は、特急列車および一般列車を対象として、待ち行列の人数を行列の発生時刻から時系列的に計測するものである。特急の場合は改札内の特急券販売機（先発特急のみ販売）にできる待ち行列人数を測定した。その他の一般列車の場合は、進行方向最後尾車両の前から2つ目のドアに対してできる待ち行列人数を測定した。

調査結果の一例として、金曜日18時台の急行列車の待ち行列測定結果を図2に示す。開扉前から30分以上も待っている人がいることや、前の列車が開扉前からすでに次列車の列ができ始めていること等が確認できる。

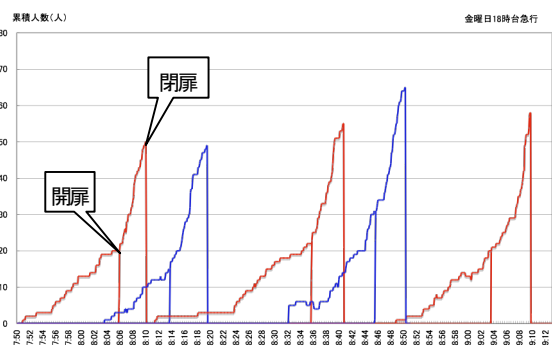


図2 列車待ち行列の分布（金曜日18時台急行）

b) 列車内の混雑状況の調査

この調査では、対象列車を18時台と22時台の急行・準急・各駅停車の各1列車とし、それぞれ始発駅である池袋からその列車の終点までの各駅間の車内立席乗車人数を測定し、立席密度（立席乗車人数／測定箇所床面積）を求めた。測定箇所は各列車の最後尾車両の第2・第3ドア付近と、隣接の座席間である。

4. 列車選択モデルの構築（不効用関数の導出）

3. で得られた測定結果に基づき、ロジットモデルによる列車選択モデルの構築を試み、下式に示す不効用関数を設定した。なお、ある時刻に池袋駅から乗車しようとする利用者が、駅に向かうため列車*i*を選択する確率 $P_{t,ij}$ は次のようになる。

$$P_{t,i,j} = \frac{\exp(V_{t,i,j})}{\sum_i \exp(V_{t,i,j})}$$

$$V_{t,i,j} = \alpha_1 t_{wi} + \alpha_2 t_{Li} + \delta_1 \sum_j \alpha_3 C_{ij}^{\alpha_4} \Delta t_{ij} + \delta_2 \alpha_5 t_{Si} + \delta_3 \alpha_6 f_k$$

- t_{wi} : 列車*i*をホームで待つ待ち時間（開扉前の列車待ち時間）
- t_{Li} : 列車*i*に乗車する時間（開扉～発車までの時間+乗車時間）
- δ_1 : 立席ダミー変数（立席：1、着席：0）
- C_{ij} : 列車*i*の区間*j*における立席密度
- Δt_{ij} : 列車*i*の区間*j*における所要時間
- Δ_2 : 着席ダミー変数（着席：1、立席：0）
- t_{Si} : 列車*i*での着席時間
- f_k : 駅*k*までの特急を利用した場合の追加料金
- Δ_3 : 特急ダミー変数（特急利用=1、非利用=0）
- α : パラメータ

池袋駅の入場者数／分に時間帯別OD表から得られた池袋発の各駅着数の比率をかけた各駅着人数／分を入力とし、前述の $P_{t,ij}$ の計算を経て、各列車の待ち行列の時系列データを出力させ、調査データとの比較を行うことでパラメータを推定した。なお、朝ピーク時は鉄道事業評価マニュアルで用いられる値を使用した⁴⁾。

5. 混雑不効用の分析

混雑不効用（不効用関数第3項： $\alpha_3 C_{ij}^{\alpha_4}$ ）に対して、推定したパラメータを使用し、混雑率（立席密度を混雑率に換算した値）を実証的に入力し、図3に示す。

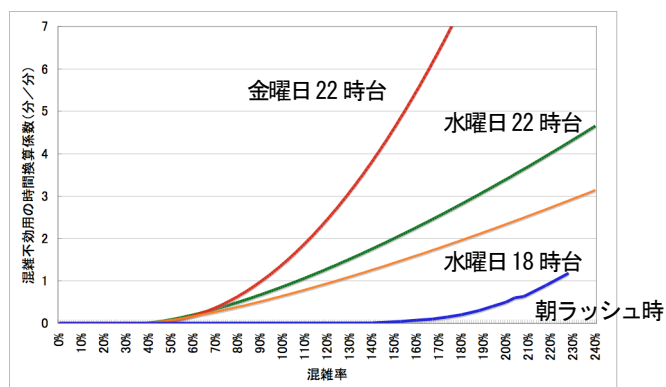


図3 混雑不効用の計算結果

グラフを見ると、金曜日22時台の不効用が際立って高い傾向がわかる。例えば、同時時間帯の混雑率150%の列車に1分間乗車することの不効用は、空いている列車に5分余計に乗車する不効用と等しいことが示されている。また水曜日22時台も朝ラッシュ時や18時台に比べると高くなっている。このことから、特に金曜日22時台は他の時間帯よりも、所要時間の短縮や着席時間が確保できること等、快適さに係わる指標を重視した行動が選択される傾向が見られる。

これにより、乗客への混雑情報の提供や、夜間・ピークサイドにおける実態に応じたダイヤ設定、新たな有料着席列車の設定などといった混雑緩和施策に向けた基礎的資料として活用することが考えうる。今後は家田ら²⁾が示した着席効用度のように、混雑回避行動に特徴的な個人差を反映させ、分析を深度化していくことにしている。

謝辞：本研究の遂行にあたっては、西武鉄道山崎公之氏をはじめとする関係者のご協力をいただいた。ここに、記して深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 窪田崇斗, 森田泰智, 太田雅文, 古谷聡, 家田仁：自動改札機・車両応荷重データを用いた都市鉄道の時間帯別混雑率の分析, 土木計画学研究・論文集 vol25 No.3, pp641-646, 2008
- 2) 家田仁, 松本嘉司：短距離鉄道通勤者における着席効用度の分布特性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 1986
- 3) 森田泰智, 山崎翔平, 窪田崇斗, 山崎公之, 家田仁：西武池袋線における混雑と着席ニーズに着目した利用者行動に関する分析, 土木計画学研究・講演集 Vol38, 4page, 2008
- 4) 財) 運輸政策研究機構：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005, 2005