

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*

Analysis on passenger behavior focused on the relation of train overcrowding and seating needs*

森田泰智**・山崎翔平***・窪田崇斗**・山崎公之****・家田仁*****

By Yasutomo MORITA**・Shohei YAMAZAKI***・Takato KUBOTA**・Kimiya YAMAZAKI****・Hitoshi IEDA*****

1. はじめに

都市鉄道ネットワークは、輸送需要が増加するなか、新線建設、複々線化、高密度運転化、長編成化等による輸送力増強が講じられ、これまでに相当程度拡充されてきている。その結果、東京圏における主要 31 区間^{注1)}の最混雑時 1 時間の混雑率は、依然として激しい混雑の路線はみられるものの、全体的には平均 170%程度と低下傾向にある¹⁾。

一方で、夜間や朝ピーク時間の前後（ピークサイド）における混雑が顕在化してきている。筆者らが行ってきた研究^{2)~4)}では、夜間においても列車によっては混雑率 200%程度と朝ピーク時に匹敵するような激しい混雑を示す路線の存在が確認されている。そのため、これまではあまり議論されてこなかったが、近年の利用者ニーズの多様化・高質化なども相俟って、こういった「第2フェーズの混雑問題」がクローズアップされつつある。

そこで本研究では、まず朝と夜の混雑に対する抵抗感の違い、着席指向の違いを明らかにすることを目的に、西武池袋線（図1）を対象とした夜間のターミナル駅現地調査を行うことで、夜の混雑不効用（不効用：不快・苦痛と感ずる度合い）を導出した。

注1) 主要 31 区間：国土交通省において昭和 30 年から継続的に混雑率の統計をとっている区間

2. 現地調査

本研究では、西武池袋線池袋駅において以下の調査を実施することにより、始発列車の待ち行列の状況を把握し、着席に対する対価としての待ち時間、乗車距離等の関係を分析するためのデータの取得を行なった。

① 調査対象駅：西武池袋駅

西武池袋駅は、全て列車が始発であるため、列車

*キーワード：第2フェーズの混雑、夜の混雑不効用

**正員、修（工）、鉄道・運輸機構 東京支社 計画部 調査第一課
（東京都港区芝公園2-11-1、

TEL：03-5403-8738、FAX03-5403-8771）

***学生員、
、東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻

****非会員、修（工）、西武鉄道株式会社 鉄道本部計画管理部計画課

*****フェロー員、工博、東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻



図1 西武池袋線位置図

到着前に並べば座れるほか、座席指定の有料特急が設定されているため、追加料金を払えば座席が確保できる環境にある。また、列車選択肢が豊富であり、混雑回避・着席指向をモデル化するには好都合の駅である。

② 調査日：平成19年10月17日（水）、19日（金）

・水曜日：平日の平均的なタラッシュの傾向

・金曜日：飲酒、残業等により、平日の中でも遅い時間帯に混雑する傾向

③ 調査時間：18時台、22時台

・18時台：定時で帰宅する人による混雑の第1波

・22時台：飲酒・残業等を経て帰宅する人による混雑の第2波

(1) 列車待ち行列の調査

① 一般列車の始発待ち行列調査

各ホームに調査員を配置し、予め定めたドア位置で、列車待ち行列（人数）の時間変化を計測した。

② 特急券売機にできる待ち行列調査

特急は有料座席指定であり、特急券売機前にできる待ち行列を同様に計測した。

(2) 列車内の混雑状況の調査

調査員が列車に乗り込み、車両内に立っている人数を計測し、立席密度^{注2)}を算出する。

注2) 立席密度：立席人数/床面積

※ ただし、座席から250mm外側までは、着席乗客が占有するとして床面積から除く

3. 分析フロー

本研究では、現地調査より得られる上記3つのデータに加え、自動改札機より得られるODデータを組み合わせることで、列車選択モデルの構築を行い、混雑不効用関数の導出を行った。また、自動改札機データを用いて時間帯別混雑率の推定を行い、分析の深度化も行った。

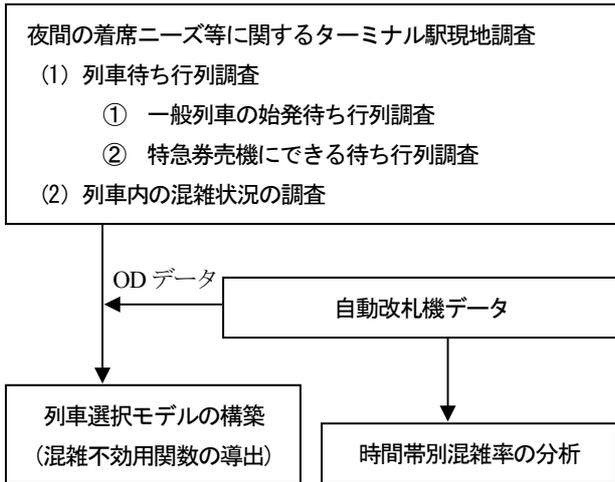


図2 分析フロー

4. 列車待ち行列の分布

(1) 一般列車の始発待ち行列の分布

一般列車の始発待ち行列の分布を金曜18時台急行を例に示すと(図3)、開扉前から次発列車を並び始める状況や、発車30分以上も前から並び始める状況が確認できる。

しかしながら、各駅停車については、先発と次発の列車待ち時間のラップはほとんどみられなかった(図4)。

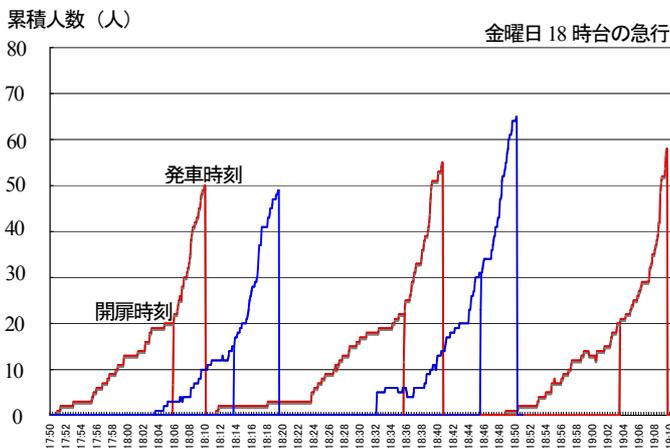


図3 列車待ち行列の分布(金曜日18時台急行)

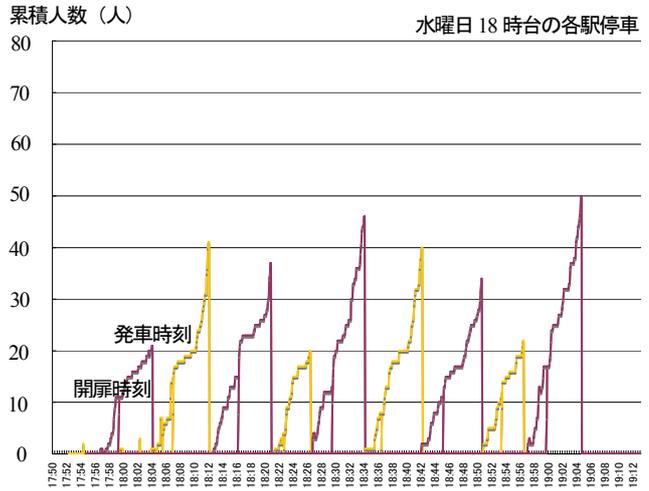


図4 列車待ち行列の分布(水曜日18時台各駅停車)

(2) 特急券売機にできる待ち行列の分布

特急券売機にできる待ち行列の分布を図5に、特急券売機にできる待ち行列を一般販売購入者とキャンセル待ちの2つに分け、その内訳を表1に示す。図5、表1より、18:30発特急では、水・金曜日ともに、前発の特急(調査対象特急の30分前に発車)が発車してすぐに特急券が売り切れていること、多くの特急利用者は、特急発車30分前以前に特急券を購入していることが分かる。

そこで、現地調査とは別に、特急発車30分前以前における特急券発券状況を11月2日(金)に調査を行っている。特急券販売の時系列変化(図6)は、どの時間帯も特急発車約1時間前までは、なだらかに発券数が増加しているが、特急発車約1時間前を過ぎると、大きく発券数が増加することがみられる。これは、当日、予約をしないで特急券を購入する人であると思われる。

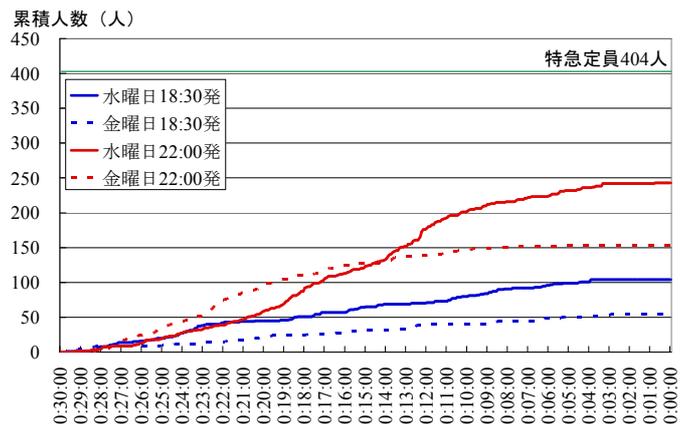
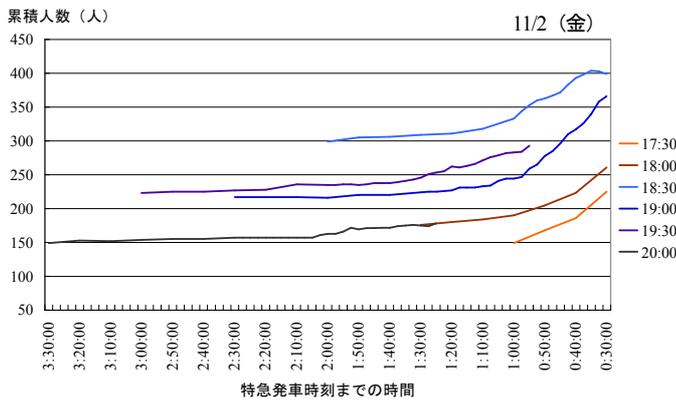


図5 列車待ち行列の分布(特急)

表1 特急券購入者(特急発車30分前以降)の内訳

		特急発車30分前の一般販売購入者	一般販売購入者	キャンセル待ち	一般販売売り切れ
18:30発	水曜日	360人	44人	64人	発車23分前
	金曜日	386人	18人	46人	発車26分前
22:00発	水曜日	205人	199人	41人	発車9分前
	金曜日	338人	66人	86人	発車22分前



※ 特急の定員は404名、特急は30分ピッチに発車

図6 特急券販売の時系列変化

5. 自動改札機データによる池袋駅発利用者の着駅分布

自動改札機データによる池袋駅発利用者の着駅分布を図7、8に示す。これより、夜間の輸送量は、比較的曜日による変動を受けやすい傾向にあり、17:30~19:30は金曜日よりも水曜日の方が輸送量が多いが、21:30~23:30は逆に金曜日の方が水曜日よりも輸送量が多くなることを確認できる。

一方、着駅の分布は、曜日・時間帯による大きな変動、違いがみられない。

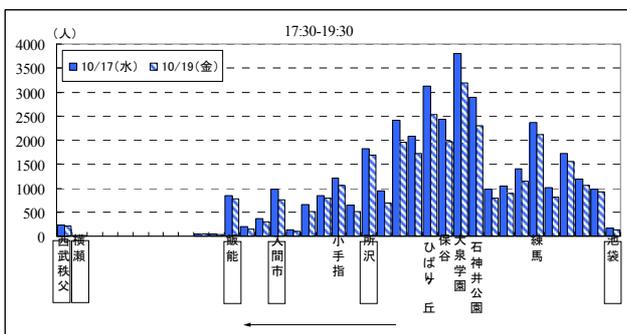


図7 池袋駅発利用者の着駅分布 (17:30~19:30)

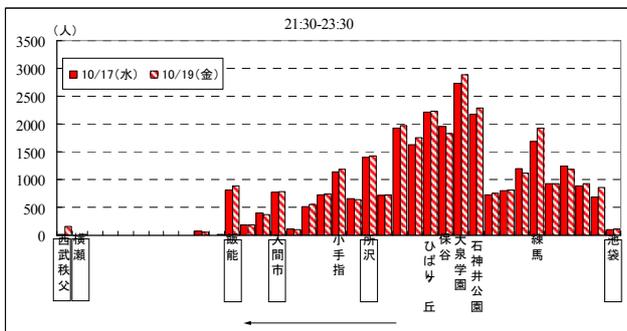


図8 池袋駅発利用者の着駅分布 (21:30~23:30)

6. 自動改札機データを用いた時間帯別混雑率

(1) 朝の上り方向の混雑

自動改札機データによる時間帯別・曜日別の輸送量・

混雑率を図9、10に示す。これより、朝の上り方向では、混雑のピークが池袋駅着8:00頃にあることが分かる。また、朝ピークサイドにおける第2の混雑の山が、ピーク時間帯の前に存在している。一方、朝における時間帯別輸送量は、曜日間ではほとんど差がみられない。

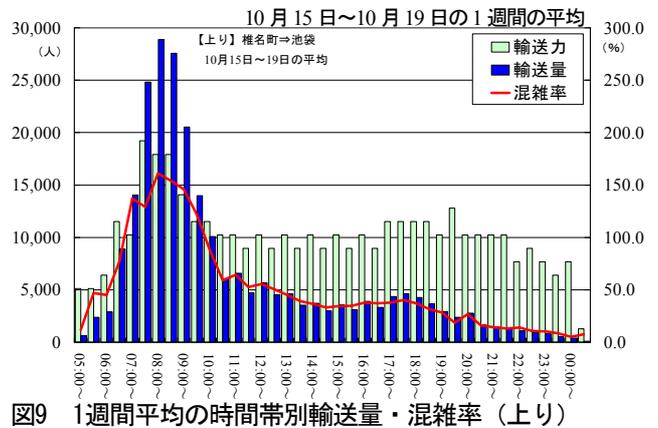


図9 1週間平均の時間帯別輸送量・混雑率 (上り)

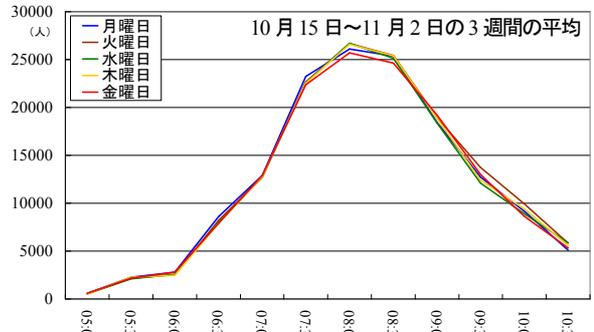


図10 曜日別の時間帯別輸送量 (椎名町→池袋・上り)

(2) 夜の降り方向の混雑

夜の混雑は、明確なピークの山が存在せず混雑が分散しており、実態に即した適切な列車運用が行われていることが分かる(図11)。また、5.でも確認したが、夜の降り方向は、朝の上り方向より曜日による変動を受けやすく、輸送量のピーク時間帯は曜日によって異なっており、特に、金曜日は輸送量の山が遅い時間帯にシフトしている(図12)。

一方、図11より、混雑率の夜ピークは20:30頃にあり、輸送量のピーク時間帯とピークがずれていると思われる。

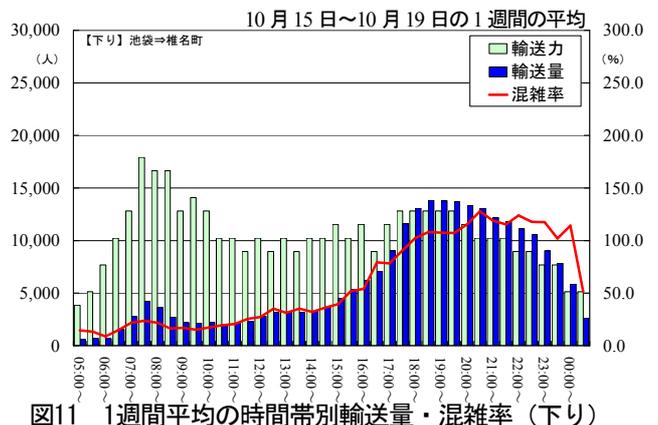


図11 1週間平均の時間帯別輸送量・混雑率 (下り)

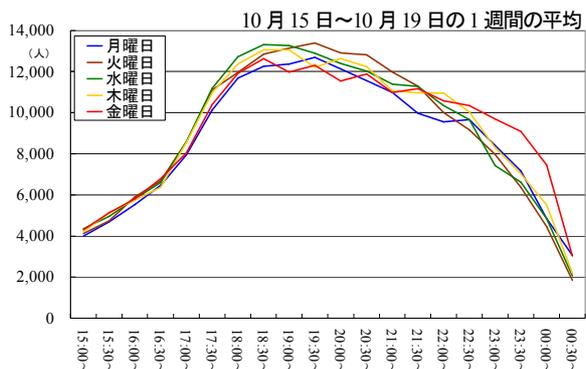


図12 曜日別の時間帯別輸送量（池袋→椎名町・下り）

7. 列車選択モデルの構築（混雑不効用関数の導出）

本研究では、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、列車選択モデルについての詳しい説明は、山崎ら⁵⁾の論文に委ねる。

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

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

- t_{wi} : 列車外で利用列車を待つ時間（開扉前の列車待ち時間）
- t_{Li} : 列車内にいる時間（開扉～発車までの時間+乗車時間）
- 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
- t_{Si} : 着席時間
- f_k : 特急を利用した場合の追加料金
- δ_i : 特急利用に関するダミー変数(特急利用=1、非利用=0)
- α : パラメータ

列車選択モデルの混雑不効用（ $\alpha_3 C_{ij}^{\alpha_4}$ ）を曜日・時間帯で比較すると、朝と比べて夜の混雑不効用が大きく、また、夕方よりも深夜の混雑不効用が大きい傾向が把握できる。特に、金曜日の深夜の混雑不効用は著しく大きい。

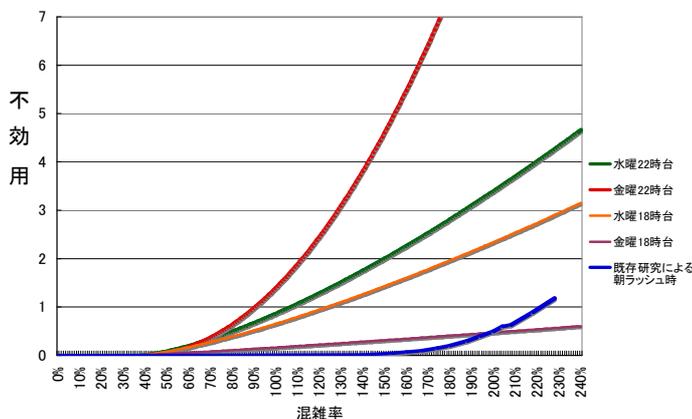


図13 混雑不効用の曜日・時間帯比較

8. まとめ

本研究では、夜間のターミナル駅現地調査より、始発列車の待ち行列の状況を把握し、着席に対する対価としての待ち時間、乗車距離等の関係を分析した。

また、自動改札機データを用いた分析より、池袋駅発利用者の着駅分布は、曜日・時間帯による大きな変動、違いがみられないこと、曜日別の時間帯別輸送量は、朝は曜日でほとんど差がみられないが、夜は曜日による変動を受けやすく、輸送量のピーク時間帯は曜日によって異なっていることが明らかになった。

さらに、実際の混雑現象を基にして列車選択モデルを構築し、夜の混雑不効用関数を導出することで、混雑抵抗の把握が可能となった。その結果、夜の混雑抵抗は、朝と比べて著しく大きいこと、また、夜の混雑抵抗は、曜日・時間帯によって大きく異なり、特に、金曜日の深夜の混雑抵抗が著しく大きいことを確認した。

今後は、ロジットモデル以外の適用も含めて、混雑不効用関数の検討の深度化を行い、夜間の混雑緩和および着席サービス等に関する改善方策の検討を継続していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 財) 運輸政策研究機構：数字で見る鉄道2007，2007
- 2) 森田泰智，太田雅文，窪田崇斗，家田仁：車両応荷重データを用いた都市鉄道の時間帯別・車両別混雑率の分析－東急田園都市線を対象として－，土木計画学研究・講演集 Vol.36，4page，2007
- 3) 森田泰智，太田雅文，窪田崇斗，家田仁：車両応荷重データを用いた都市鉄道の時間帯別・車両別混雑率の分析，J-RAIL2007 講演論文集，pp.479-482，2007
- 4) 窪田崇斗，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混雑率推定手法に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.36，4page，2007
- 5) 山崎翔平，森田泰智，窪田崇斗，山崎公之，家田仁：夜の都市鉄道利用における混雑不効用関数に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.38，4page，2008
- 6) 家田仁，松本嘉司：列車選択行動における着席効用度の定量的評価，土木学会論文集 第365号/IV-4，pp.69-77，1986
- 7) 志田州弘，古川敦，赤松隆，家田仁：通勤鉄道利用者の不効用関数パラメータの移転性に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.12，pp.519-525，1989
- 8) 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