

# 都市鉄道の突発的な長時間停車の発生と遅延連鎖パターンの研究



AH11210 小林 渉  
指導教員 岩倉 成志

## 1. はじめに

都市鉄道は朝ラッシュ時の高頻度運行に伴う列車間の余裕時間の減少により、列車遅延の問題を引き起こしている。遅延問題は、交通政策審議会での諮問で取り上げられており、対応は急務である。

列車遅延が発生しやすい箇所の一つに、列車の駅停車がある。そこでは、旅客混雑により慢性的に発生する乗降時間の延びの他に、ドア再開閉や車内急病人など、突発的に長時間の停車(以下、突発的な停車)が発生する。突発的な停車は日々発生しているが、その発生傾向は不明確であるとともに、発生後の遅延の波及は複雑である。そのため突発的な停車の発生と波及に関し不明な点が多く、研究の余地がある。

本研究では、東急田園都市線中央林間駅から東京メトロ半蔵門線押上駅までを対象に、実際の運行データを用いて突発的な停車の発生傾向や、発生後の遅延連鎖のパターンを抽出することを目的とする。

## 2. 分析手法

表-1 に示すデータを基に、分析手法を以下に示す。

- 1)遅延要因データに記載のある突発的な停車を抽出
- 2)突発的な停車発生駅の分布と混雑率の関係を把握
- 3)突発的な停車要因と超過停車時間との関係を把握
- 4)遅延要因データと運行実績データを照合させ突発的な停車後の遅延連鎖パターンの要素を抽出する

## 3. 分析結果

### 3-1. 突発的な停車時間と最大遅延時間との関係

まず突発的な停車が遅延にどの程度影響しているのか検証する。図-1 に、突発的な停車の有無と東急田園都市線内の最大遅延時間の関係を示す。また、表-2 に最大遅延時間の平均値、標準偏差を示す。突発的な停車は 328 日中 243 日で発生しており、日々の発生割合は路線全体で 7 割を超える。突発的な停車の有無により、最大遅延時間の平均で約 1.5 分の差が生じた。これは突発的な停車が日々の遅延時間拡大に関与していることを示している。

表-1 使用データ一覧

使用データ	含まれる情報	期間
運行実績データ	各日・各列車の発着時刻	H26.10を中心とした平日26日分
遅延要因データ	各日の遅延発生要因, 最大遅延時間, 発生場所, 超過停車時間, 列車番号	H26.4~11, H25.4~11の16か月分
応荷重データ	特定列車の号車ごとの混雑率	H25.2~3, H22.11~12のうち平日28日, 1日3本程度
時刻表	各駅の発着時刻	H27.1時点で最新のもの

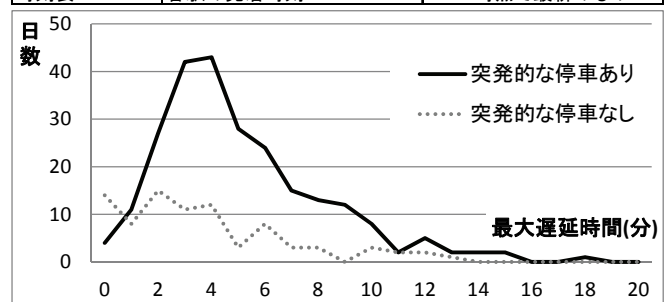


図-1 突発的な停車と遅延時間の関係

表-2 最大遅延時間の平均値と標準偏差

	突発的な停車あり	突発的な停車なし
サンプル数	243	85
平均(分)	5.29	3.72
標準偏差	3.76	3.23

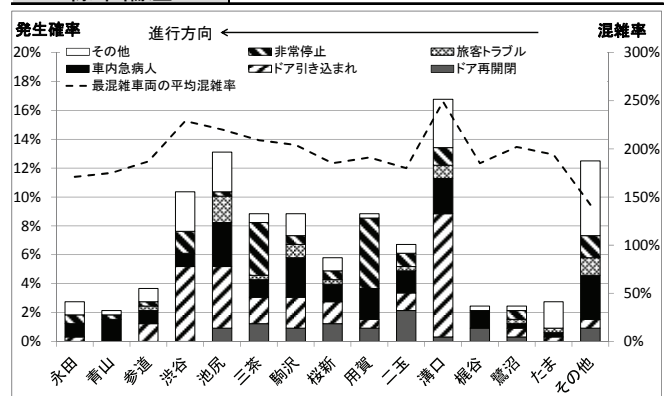


図-2 突発的な停車発生状況

### 3-2. 突発的な停車と発生駅の関係

図-2 は全期間の遅延要因データの突発的な停車を、発生駅毎に集計した。また、突発的な停車を起こした各列車のみの最混雑車両の平均混雑率を折れ線で示す。遅延要因の多くは、渋谷駅から二子玉川駅の間と溝口の駅で発生していることから、突発的な停車の発生頻度は全線での同一でないといえる。突発的な停車の多い駅は列車の混雑率が高くなっており、

突発的な停車と混雑率には関連があると考えられる。

各駅の遅延要因の中で、溝の口駅や渋谷駅のドア引き込まれ回数が多い。これは両駅到着時の車内混雑が激しく、旅客がドアに密着してしまうことで、開扉時に荷物等が巻き込まれることで発生する。また、三軒茶屋駅と用賀駅の非常停止の回数が多い。これは特定駅に設置してある転落報知器が作動し発生することが、ヒアリング調査より明らかになった。

### 3-3. 突発的な停車の時間と要因との関係

遅延要因データに超過停車時間が記載されているサンプルを抽出し分析を行う。図-3に突発的な停車を、要因別、超過停車時間別に表す。また要因別の超過停車時間の平均値、標準偏差、最大値を表-3に示す。ドア再開閉は超過停車時間が概ね1分であり、3分以上の停車は存在していない。また非常停止は2分以上の停車は存在していない。また非常停止は2分がピークであるものの、標準偏差が大きく1分から5分にかけて停車している。遅延要因によって分布の形状が異なる結果が得られた。

### 3-4. 意図的な停車の影響範囲

突発的な停車発生後に、突発的な停車をした列車の周辺の列車が、運転指令によって意図的な停車をさせる場合がある。この事象を運行実績データと遅延要因データで可視化する。

まず運行実績データと同期間の遅延要因データを抽出する。図-4に抽出した要因を運行実績データと照合させ、突発的な停車と意図的な停車(運転整理)の関係を示した。図の黒丸が突発的な停車発生駅であり、停車時間を大きさで示す。縦線は意図的な停車を行った範囲で、停車時間を白丸の大きさで示す。

突発的な停車が中央林間方で発生すると、意図的な停車が広範囲に及ぶ一方で、二子玉川駅から渋谷駅周辺で発生した突発的な停車は、意図的な停車の範囲が周辺の数駅と狭い。また停車時間に着目すると、同じ駅でも突発的な停車の停車時間の大小によって運転間隔調整を行う範囲にばらつきが生じている。これらの現象について、前方列車への意図的な停車は、特定の列車への旅客集中防止のため、後続列車への意図的な停車は駅間(機外)停車軽減のために行われていると考えられる。

### 4. 遅延連鎖パターンの仮説

本研究での遅延連鎖パターンは、突発的な停車発生後に、周辺列車を意図的に停車させる範囲を指す。

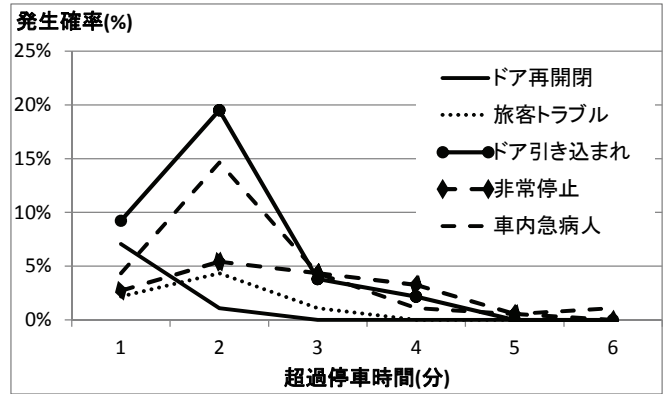


図-3 突発的な停車の超過停車時間と要因

表-3 超過停車時間の平均値

	ドア再開閉	旅客トラブル	ドア引き込まれ	非常停止	車内急病人
サンプル数	15	14	64	30	48
平均(分)	1.13	1.86	1.97	2.60	2.31
標準偏差	0.34	0.64	0.79	1.08	1.12
最大値(分)	2	3	4	5	6

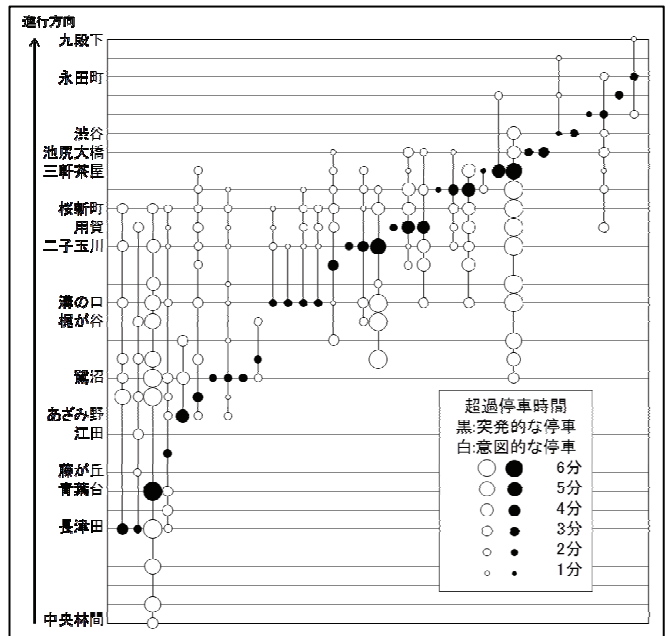


図-4 突発的な停車と意図的な停車の波及

遅延連鎖パターンは、前後の列車間隔、突発的な停車発生駅、時刻、発生要因、超過停車時間、混雑状況などの要素に応じて、駅間での停車を防止することと、列車間隔を均等化することの2点を条件とし、路線全体の列車遅延の最小化を図るものと考えられる。

### 5. おわりに

本研究では、遅延要因データと混雑率や運行実績データを組み合わせて、突発的な停車の発生や超過停車時間との関係、および意図的な停車の範囲を得ることが出来た。また遅延連鎖パターンの最適化事項や要素の抽出を行った。

謝辞: 本研究を行うにあたりデータ提供やアドバイスを頂いた東京急行電鉄株式会社及び東京地下鉄株式会社に厚く御礼申し上げます。