

鉄道駅における列車遅延に影響を及ぼす 列車乗降行動に関する研究

北山 由奈¹・日比野 直彦²・森地 茂³・家田 仁⁴

¹学生会員 政策研究大学院大学 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木7-22-1)

E-mail:mjd14204@grips.ac.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

³名誉会員 政策研究大学院大学教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail:smorichi.pl@grips.ac.jp

⁴フェロー会員 政策研究大学院大学教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail:ieda@grips.ac.jp

東京都市圏では慢性的な列車遅延が課題となっている。列車遅延の発生及び拡大要因のうち、駅間走行時分の増加については数多く研究がなされているが、駅停車時分の増加については、分析に必要な旅客の乗降行動に関するデータが不足しているため、メカニズムの解明には至っておらず、各駅の特性を踏まえた適切な対応ができていないと言いがたい。本研究では、駅停車時分に着目し、各駅の乗降特性を分析することにより、列車遅延抑制策について検討することを目的とし、旅客の列車乗降行動の撮影、映像データを用いた旅客の乗降行動特性の把握、更に混雑率データを用いた混雑と乗降時分の関係の分析を行う。分析結果より、乗車行動と降車行動の違い、混雑状況や駅特性による乗降行動の違い等を明らかにし、それが列車遅延に及ぼす影響を明らかにしている。

Key Words : train station, train's delay, behaviors of passengers, getting on and off time, video data, congestion rate

1. はじめに

(1) 本研究の背景と目的

東京都市圏の鉄道においては、通勤時間帯における慢性的な列車遅延が課題となっている。列車遅延の発生及び増幅の要因としては主に、駅間走行時分の増加と駅停車時分の増加が挙げられる。遅延時間の拡大やダイヤ回復までの長時間化は、列車の高頻度運行に伴う走行時分の増加による影響が大きい。また遅れの発生した列車が次駅以降における乗客の増加により、駅停車時分の増加を招き、さらに遅れが拡大する。列車遅延の抑制のためには、これらの発生及び増幅のメカニズムについて詳細に把握する必要がある。駅間走行時分の抑制策としては信号設備の改良、折り返し・待避設備等の施設の改良が数多く行われているが、駅停車時分の抑制策はホーム拡張、昇降設備改良、列車停止位置の変更等と混雑への対応策が主であり、今後更なる駅停車時分抑制策について検討を行うには「混雑と乗降時分の関係性」及び「乗降

時分の拡大要因」の解明が必須の課題である。しかしながら、駅停車時分の増加については列車の発着間隔に伴う乗車客数の変動、混雑率等、その値の変動要因となる現象が多数存在し、さらにそれらが複合的に起こることにより増加している。また分析に必要な旅客の乗降行動に関するデータについても不足しているため、増加メカニズムの解明には至っておらず、各駅の特性を踏まえた適切な対応ができていないと言いがたい。

本研究では、駅停車時分に着目し、各駅の乗降特性を分析することにより、列車遅延抑制策について検討することを目的とし、旅客の列車乗降行動の撮影、映像データを用いた旅客の乗降行動特性の把握、更に混雑率データを用いた混雑と乗降時分の関係の分析を行う。

(2) 既往研究のレビュー

a) 都市鉄道が抱える課題

近年、都市鉄道が抱える課題に関する研究として、鉄道局¹⁾では駅の混雑に関して駅の快適性を評価する6つ

の混雑指標（移動速度、混雑比率、コンコース交錯箇所密度、滞留損失時間、降車客平均捌け時間・捌け率、ホーム密集率）を提案するとともに、混雑している駅を端的にとらえるためにこれらの総合化について検討を行っている。また仮屋崎ら²⁾は、都市鉄道における列車遅延の拡大について、実態の把握と駅停車時分の増加が後続列車に及ぼす影響の分析から、その発生と波及のメカニズムを明らかにし、遅延の抑制方法及び早期回復方法について提案している。さらに、横田³⁾は、都市鉄道が抱える政策課題の解決に向けて「量的整備（輸送力増強）」に加え、「質的整備（利便性向上）」の重要性を指摘し、都市鉄道等利便増進法の制度改善に向けた制度上の問題点を「制度全般」、「地方自治体」、「整備主体」、「営業主体」の4つの視点から明確にした上で、同法の活用促進方策の可能性を検討している。

b) 鉄道駅構内の旅客流動及び挙動に関する研究

中⁴⁾は、歩行者の交差及び交錯流動について、鉄道駅にて観測・分析を行い、交差・交錯流動の構造を解明し、そのグループ化現象及び影響範囲について言及している。松下⁵⁾は、歩行者の挙動の中でも待ち行動に着目し、待ち行動をそれぞれの行動特性に従って切符売り場等のカウンター型、駅改札口等のラッチ型、列車扉等の乗降口型に分類し、待ち行列への接近から退去までの歩行状態とその遷移の契機についてアルゴリズムを述べ、モデルの構築を試みている。高柳ら⁶⁾は、2つの群集流動が交差する地点での歩行者の確保領域を可視化し、群集流動を集団の数・交差の方向で分類することにより、異方向へ進む歩行小集団は他の集団の領域を切断する現象が起こることや集団の中に発生した隙間は形を保って集団と共に進行方向へ流れていくことを明らかにしている。また熊倉ら⁷⁾は、歩行者の流動と立ち止まり行動の関係を7つの指標（進入時の視野、流動の密度、流動の方向性、流動の方向転換率、流動影響要素の時間平均、隙間領域の面積、隙間領域の境までの距離）についてモデル化している。福田ら⁸⁾は、鉄道駅整備の際には通路の幅員や面積、階段等の物理的な移動抵抗の軽減に加え、旅客の流れ等の流動的な移動抵抗の軽減の必要性を指摘しており、混雑した2方向の歩行者流において見られる交差現象を再現できるアルゴリズムについて検討している。浅野ら⁹⁾は、周辺歩行者の直近の将来行動を予測した上で自己の行動を決定する歩行者シミュレーションモデルを提案し、異なる交差角度、交通量、歩行者速度の混合交通など多様な混雑流を人為的に発生させる歩行者流動実験により、モデルの妥当性検証を行っている。さらに日比野ら¹⁰⁾は、鉄道駅構内における歩行者データの効率的な取得方法について検討を行うとともに、監視カメラの活用を想定した歩行者流動調査により取得したビデオ映像を用い、最新情報処理技術による歩行者挙動の分析に

ついて提案している。

c) 旅客の乗降行動に関する研究

上松ら¹¹⁾は、実地調査により得られた乗降時分及び乗降人員から、駅停車時分内の乗降時分及び扉通過時分を推定するモデルをマルチエージェントシミュレーションによって構築している。高橋ら¹²⁾は、乗降時分に影響する要素として旅客の乗車速度に着目し、駅ホーム映像から2次元動画計測ソフトを用いて乗車速度を計測するとともに、それらを性別、年齢、ながら乗車の旅客属性ごとに比較し、乗降時分の長時間化に与える影響について明らかにしている。また稲木ら¹³⁾は、既存の乗降時分を推定するシミュレータの課題を指摘し、乗車位置選択や他の旅客の流動に対して選択する行動等の個々の旅客の目的や嗜好の違いを反映させた行動や、列車の停止位置、車両のドア幅やドア数、階段位置といった環境の違いによる影響を加味したシミュレータの開発に取り組んでいる。

(3) 本研究の位置づけ

東京都市圏の鉄道における慢性的な列車遅延は未だに解消されていない。今後も容積率緩和等に伴う都市開発が進められるとともに、鉄道駅の混雑は進むと予想され、問題はさらに深刻化すると考えられる。しかしながら、旅客の流動や行動について、ホーム及びコンコース等の駅構内における旅客の行動に関しては数多く研究がなされているが、列車の乗降に関する旅客行動について明らかにしたものはまだ少ない。また列車遅延に関しては、走行時分の増加に関する研究が多く、これまでなされた駅停車時分の増加に関する研究においても、旅客の属性やその発生状況の違いによる影響を把握したものは少ない。さらにいずれも駅や扉位置等の環境の違いによる影響の変化は考慮されていない。

以上より本研究においては、駅停車時分の増加に着目し、鉄道駅構内における列車乗降行動の映像取得により、旅客の乗降行動が乗降時分拡大に与える影響に関する実証分析を行う。

2. 鉄道駅構内における乗降行動調査

(1) 調査対象駅の選定

調査の対象は、都市鉄道、特に東京メトロが運営する9路線の中でも、混雑率データが採取可能な車両走行割合が比較的高い銀座線の停車駅とする。その中でも朝ラッシュ時の午前7:30~9:30に発着する列車において、駅到着時の車内混雑率が同路線の他駅に比べて低い「表参道駅」、同じく車内混雑率が高い「溜池山王駅」を選定する。また、他駅に比べてキャリーケース等の特徴的

な旅客属性が多く見られる丸ノ内線「東京駅」においても、昼間時間帯に調査を行う。調査概要を表-1に示す。

(2) 調査方法

各駅のホーム上にてビデオカメラによる旅客乗降行動の撮影を行う。調査時間帯は、銀座線2駅については朝ラッシュ時の7:30～9:30、丸ノ内線東京駅については昼間時間帯の10:00～14:00とする。列車の扉及び昇降設備付近の旅客流動を撮影するビデオカメラを、各駅にそれぞれ11～13台設置し、各位置に安全監視を行う調査員を配置する。各駅におけるカメラ及び調査員配置を図-1～図-3に示す。また補完調査として、各調査員に観測を担当する扉を割り振り、乗降が最も遅くなっている扉の観測を行う。観測事項は、調査時間中に発着する列車において、担当する扉の中で最も乗降が遅かった扉、及びその扉の乗降終了時刻とする。観測対象には発車待ち時間中の乗車及びかけこみは含んでいない。

3. 乗降行動の計測

(1) 分析データの概要

a) ビデオ映像

調査により取得した映像データは、銀座線2駅については各駅約 100～120 編成分、丸ノ内線東京駅については約 40～70 編成分である。各駅約 15～20 扉の撮影を行っており、朝ラッシュ時間帯が約 2800 ケース、昼間時間帯が約 900 ケース、合計約 3700 ケースの乗降行動を採取している。これらの映像から、降車行動及び乗車行

表-1 乗降行動調査概要

対象駅	対象日	対象時間帯
銀座線 表参道駅 (浅草方面)	12月9日(火)	7:30～9:30
	12月11日(木)	7:30～9:30
銀座線 溜池山王駅 (浅草方面)	12月9日(火)	7:30～9:30
	12月11日(木)	7:30～9:30
丸ノ内線 東京駅 (荻窪方面 及び池袋方面)	12月1日(月)	10:00～14:00

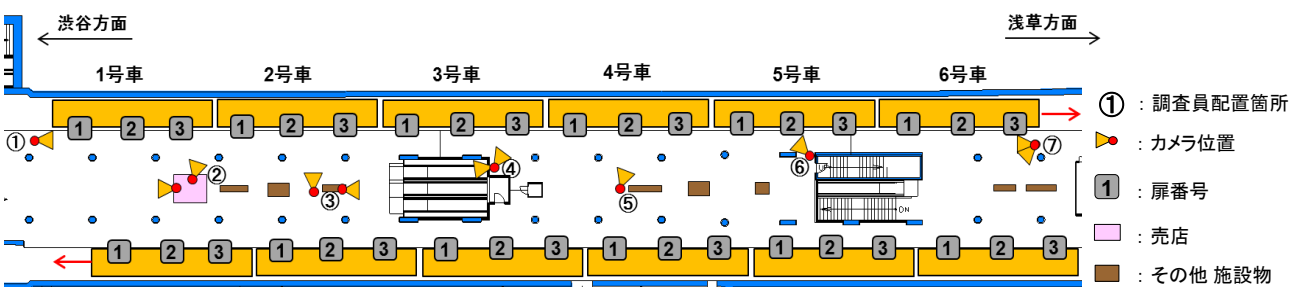


図-1 銀座線溜池山王駅 調査位置図

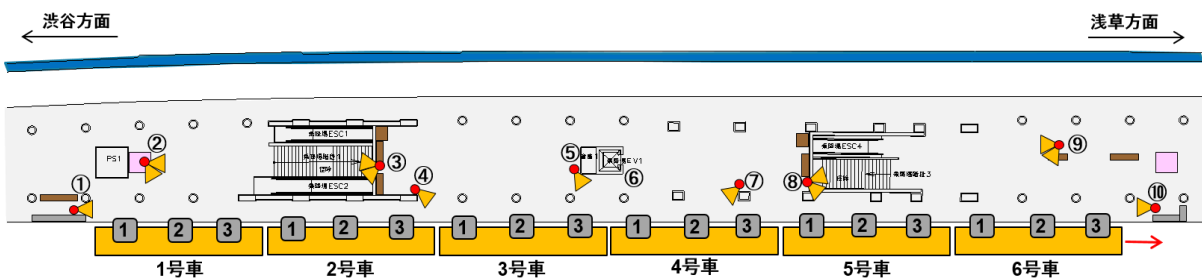


図-2 銀座線表参道駅 調査位置図

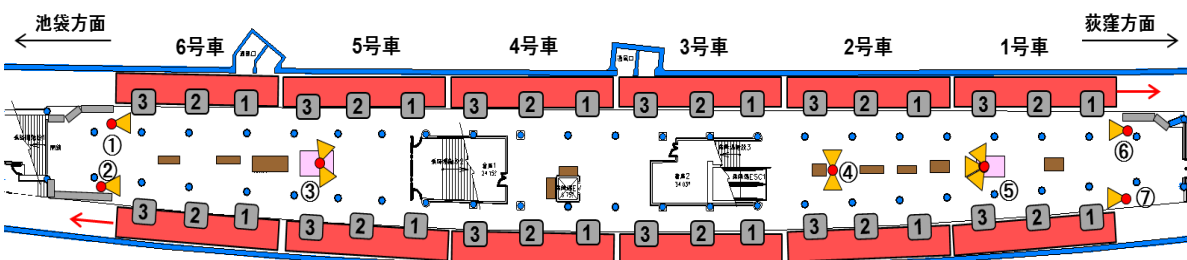


図-3 丸ノ内線東京駅 調査位置図

動について計測を行う。計測には、時刻を1/1000秒単位で記録可能なカウンターを使用し、乗降旅客数及び各旅客の乗降時刻を計測する。

b) 混雑率データ

銀座線については、車両応荷重装置から算出される混雑率についてもデータを採取する。本研究においては、12月9日7:30～9:30に調査対象駅を発着した列車のうち、約半数を占める27編成分の混雑率を取得している。本データは各編成における、各号車の混雑率を5秒刻みで記録している。

(2) 計測対象

本研究は、乗降行動を研究対象としている。したがって、計測対象は駅停車時分のうち、開扉後の降車時分及び乗車時分とし、観測対象扉における整列乗車客の乗降終了から発車ブザー鳴動までの発車調整時分、及び閉扉から発車までの事業者による安全確認時分は含まない。

4. 乗降時分に影響を及ぼす旅客の行動特性

(1) 旅客の行動特性による影響の観測

調査により映像データを採取した各駅約15～20扉から補充調査の記録を基に、乗降が最も遅かった扉（以後、乗降最遅延扉と呼ぶ）となる頻度が高い扉を選定し、計測を行う。本章では、その計測結果から列車遅延に影響を及ぼすと考えられる特徴的な旅客行動、a) 再乗車客、b) 車内扉付近の旅客、c) キャリーケース利用者、d) ながらスマホに着目し、各旅客の行動が乗降時分に影響を与えている事例について、その違いを示す。各行動特性による乗降時分の変化及び影響の違いを可視化するため、開扉後、最初の旅客の降車開始から最後の旅客の乗車終了まで、各旅客の乗降時分を累積し、図示する。曲線の傾きが緩やかであるほど、1人当たりの乗降時分が短い傾向を示している。以後、同図を乗降時分累積図と呼ぶ。

(2) 各乗降行動特性が及ぼす影響

a) 再乗車客

再乗車客の発生状況を図-4に示す。再乗車客が発生したケースの乗降時分累積図を図-5に示す。再乗車客の発生時点より、以降の降車客の1人当たり降車時分が延び、降車時分全体が増大している傾向が見て取れる。これは再乗車客が一旦降車し、扉脇にて乗車待ちをしている旅客の間に入るにより、以降の降車客の断面交通量が低下し、降車時分が増大していることが要因であると考えられる。再乗車客は車内混雑率が高くかつ降車客数の多い扉において発生頻度が高い傾向が見られた。しかしながら、表参道駅においては、朝ラッシュ時にお

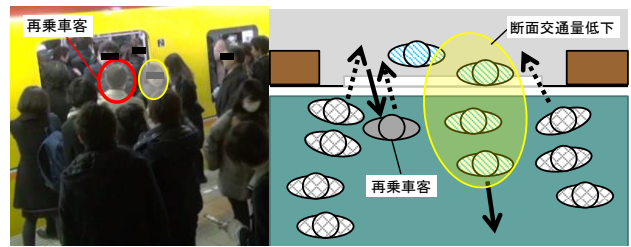


図-4 再乗車客発生状況

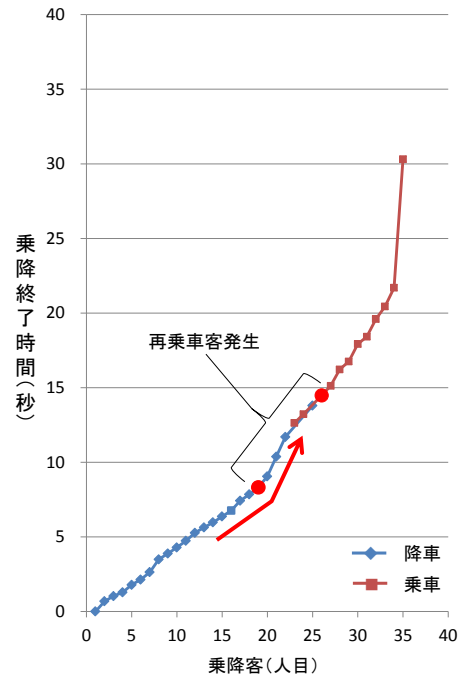


図-5 再乗車客による乗降時分への影響



図-6 混雑に対する乗降時分の抑制策（表参道駅）



図-7 車内扉付近の旅客発生状況

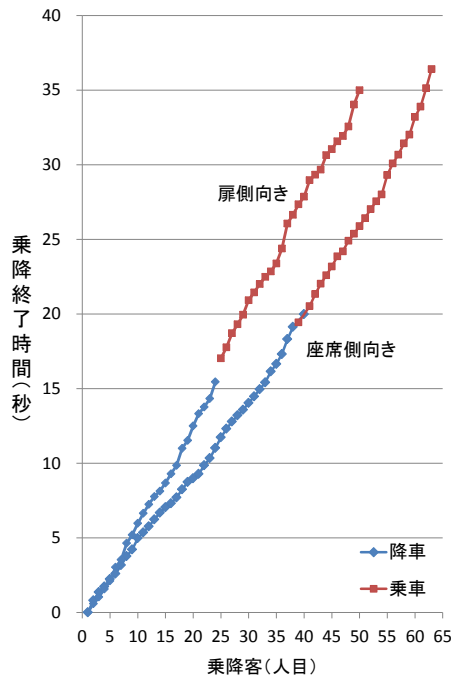


図-8 車内扉付近の旅客による乗降時分への影響



図-9 キャリーケース発生状況

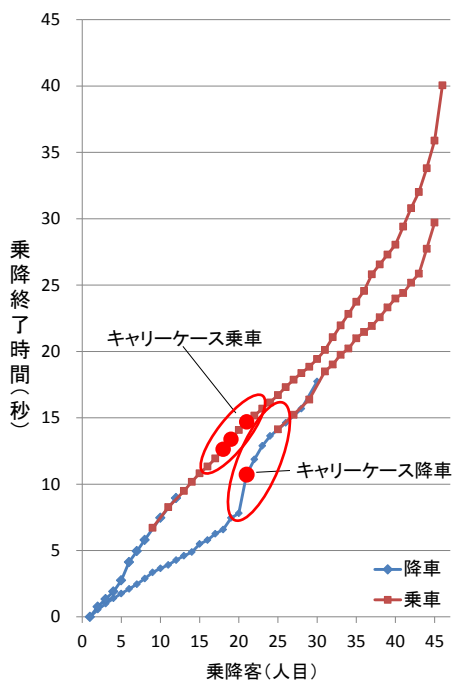


図-10 キャリーケースによる乗降時分への影響



図-11 ながらスマホ発生状況

けるホーム整理の一環として、降車客の通行を優先するよう声かけが行われており、図-6のように乗車客が降車終了まで待機列から動かないという現象が見られる。これにより再乗車客が降車客流動を阻害しないよう、当該旅客の扉脇への待避を可能としており、再乗車客の影響により乗降時分が拡大している事例は少なかった。

b) 車内扉付近の旅客

車内扉付近の旅客（自身は乗降行動を行わず、列車内座席脇のスペースに立っている旅客）については、当該旅客が「扉側を向いているケース」、及び「座席側を向いているケース」においてそれぞれ計測を行った。発生状況を図-7に示す。各ケースの乗降時分累積図を図-8に示す。扉側を向いているケースに比べ、座席側を向いているケースは1人当たりの乗降時分が短く、乗降時分の増大に大きく影響を与えていない傾向が見て取れる。これは扉側のケースは当該旅客が身体の正面を乗降客が通過するのに対し、座席側のケースは乗降客が当該旅客の背面を通過するため、比較的、断面交通量に与える影響が少ない傾向を表していると考えられる。本行動特性の影響については、旅客の行動によるものだけでなく、座席脇スペースの大小等の車両構造の違いによっても左右されると考えられる。

c) キャリーケース

キャリーケースを所持している旅客については、「降車時」、及び「乗車時」においてそれぞれ計測を行う。発生状況を図-9に示す。各ケースの乗降時分累積図を図-10に示す。降車時のケースにおいては、キャリーケース所持客自身に降車速度低下が見られると共に、当該旅客以降の降車客についても降車速度低下が見られ、乗降時分が増大している傾向が読み取れる。一方、乗車時のケースにおいては、キャリーケース所持客が3名存在したが、当該旅客並びに前後の旅客の乗降速度にも大きな変化は見られない。キャリーケースが乗降時分に与える影響の大小は、車内混雑率や乗降客数等の周囲の混雑環境にも大きく左右されると考えられる。

d) ながらスマホ

ながらスマホの発生状況を図-11に示す。ながらスマホはその行動の特性である画面への注視を中断することが容易なことから、その影響は個人による分散が大きく、

当該旅客及び周囲の旅客に明確な速度変化が見られる事例は少なかった。速度変化が見られるケースについては乗車時、特に当該旅客が乗車待ち列の最前にいる際に主に見られる。これは待ち列の中間に位置している当該客は、前客の動きを察知し、その速度に続いて乗車を行うのに対し、最前に位置する当該客は前客が存在しないため、降車の終了に気づくのが遅れ、乗車開始の遅れ及び速度低下を引き起こしていると考えられる。降車時については、ながらスマホを行っている旅客自体がほぼ存在しない傾向が見られる。

5. 混雑と乗降時分の関係

(1) 混雑による影響の観測

本章では、混雑（乗降客数の増減、車内混雑等）が乗降時分に与える影響について、降車と乗車、及び駅特性や車内混雑率等の環境条件による違いから比較及び考察する。計測対象は溜池山王駅及び表参道駅それぞれにおいて乗降最遅延扉となる頻度が高い各駅1扉とし、調査時間帯に発着した列車のうち、混雑率データを取得できている27編成の乗降行動を計測する。また乗降時分累積図を降車及び乗車にそれぞれ分けて図示し、各編成の混雑率を4段階に分けて明示する。降車については降車開始時（駅到着時）の混雑率、乗車については乗車終了時（駅発車時）の混雑率を用いる。銀座線溜池山王駅における降車、乗車及び表参道駅における降車、乗車についてそれぞれ乗降時分累積図を図-12～図-15に示す。

(2) 混雑による影響の比較及び考察

a) 降車

降車においては、図-12及び図-14から、両駅とも多くのケースが10人降車時点までは5秒程度と同様の傾きで推移しており、降車客数が多いほど1人当たりの降車時分は短くなる傾向が見られる。ただし溜池山王駅において、降車開始時の混雑率が200%を超える列車については、降車時分が増大しているケースが見て取れる。これは列車内が混雑していることにより、降車客が列車内から目的の扉までの到達に時間を要し、降車遅れを引き起こしていることが要因であると考えられる。したがって、降車行動においては「駅の混雑状況（各駅における乗降者数の違い）」に比べ、「車内の混雑状況（列車内の旅客数の違い）」が降車時分の拡大に与える影響が大きい傾向が読み取れる。

b) 乗車

乗車においては、図-13から溜池山王駅においては混雑率の高低に関わらず、乗車時分が増大している傾向が見られる。これは列車内が一定以上混雑すると、車内の

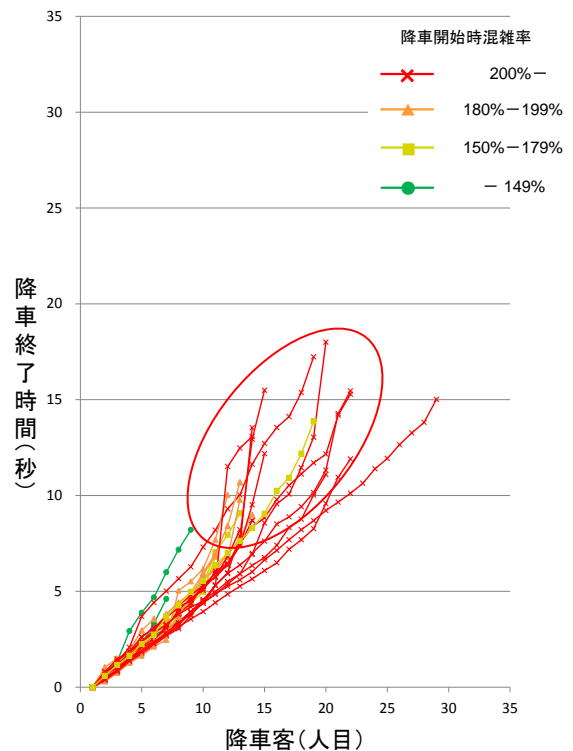


図-12 降車時分累積図（溜池山王駅）

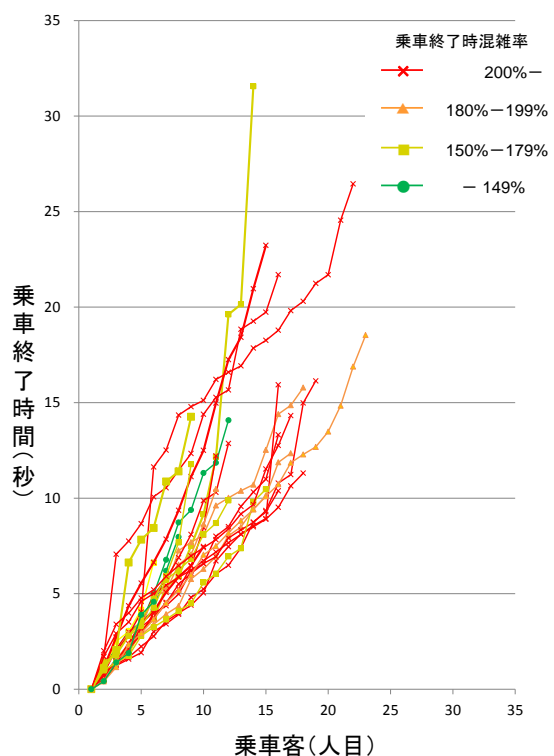


図-13 乗車時分累積図（溜池山王駅）

旅客が可能な限り自身の付近に空間を確保するため、積極的に詰めなくなることが要因であると考えられる。また乗車客数及び混雑率以外の要因により乗車時分が増大しているという可能性も読み取れる。一方、表参道駅においては図-15から、混雑率の高低に関わらず、1人当たりの乗車時分が比較的、一定で推移している現象が見て

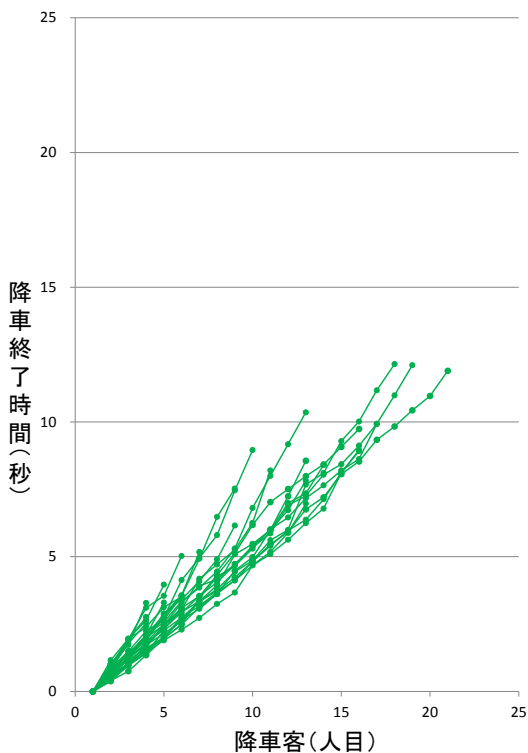


図-14 降車時分累積図 (表参道駅)

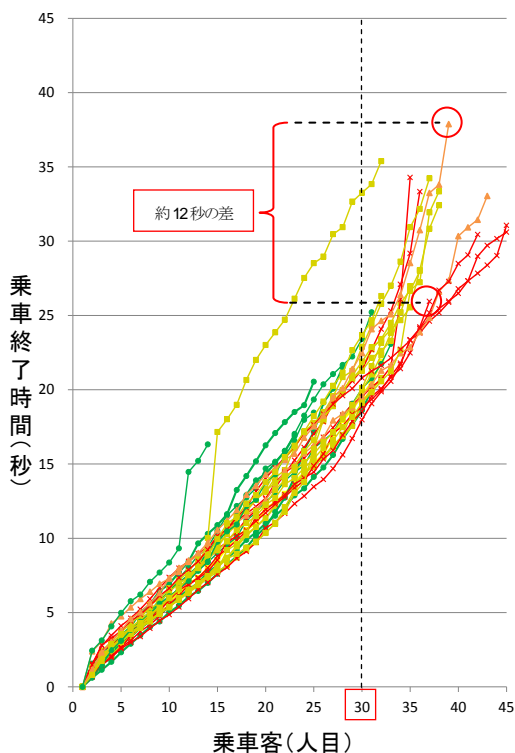


図-15 乗車時分累積図 (表参道駅)

取れる。したがって乗車においては「車内の混雑状況 (列車内の旅客数の違い)」よりも、「駅の混雑状況 (各駅における乗降者数の違い)」が乗車時分の拡大に与える影響が大きい傾向が見取れる。しかしながら表参道駅においても一定の乗客数 (約30人程度) を超えると乗車時分の増大が激しくなる傾向が見られ、同程度の

総乗車客数にも関わらず、乗車時分に約12秒の差が出ている2編成が存在する。朝ラッシュ時における12秒もの乗降時分拡大が列車遅延に与える影響は甚大であり、このようなケースについて、今後、要因の解明及び対策を講じることが重要である。溜池山王駅と表参道駅において乗車時分の増大傾向に違いが見られる要因として、朝ラッシュ時におけるホーム整理手法の違いが挙げられる。表参道駅においては、先発待ち列と次発待ち列が分離されている。これにより、次発待ち客が待ち列内での移動時に立ち止まり、後に続く先発乗車客の乗車行動を阻害するという現象の発生を抑制している。また先述した降車客優先通行の呼びかけにより、乗車客が降車終了まで待機列から動かず、降車客の歩行スペースがホームに確保され、乗降が円滑に進んでいる。これらの取り組みにより、表参道駅は列車内混雑率及び乗車客数の変化による1人当たりの乗車時分への影響が少なく、総乗車時分の拡大抑制に繋がっているものと考えられる。これらの取り組みは、他駅においても効果を発揮する可能性が多いにあり、前者は乗車客の多い駅及び扉、後者は溜池山王駅のように再乗車客の発生頻度の高い (降車客が多く駅到着時の車内混雑率が高い) 駅及び扉において有用であると考えられる。

6. おわりに

(1) 結論

本研究では、列車遅延の発生及び拡大要因の中でも駅停車時分の増加に着目し、鉄道駅構内における乗降行動調査により旅客の乗降行動に関する映像データの取得を行った。複数駅における映像データの比較、及び混雑率等の列車運行に関する他のデータを活用することにより、乗降行動に関し、多くの情報を得ることができ、以下の点を明らかにした。

第一に、旅客の乗降行動が乗降時分拡大に与える影響はその発生状況により異なる。つまり、その影響は個々の旅客の行動によるものだけでなく、その行動がなされる際の周囲の環境や車両の構造等のハード面による影響が複合的に発生することにより、乗降時分の増大が引き起こされていることを明らかにした。

第二に、混雑 (乗降人員の増加) が乗降時分の増大に与える影響については、降車と乗車で主な増大要因 (車内乗車率等の環境や、駅の特性) が異なり、またホーム整理等の乗降時分抑制策の違いによっても、その傾向が異なることを明らかにした。特に乗車においては駅の違いや乗降時分抑制策が乗降時分に与える影響が大きく、各駅及び扉に適した乗降時分抑制策の把握及び新たな抑制策の提案が必要とされる。乗降時分

の抑制のためには、各駅においてその駅特性（乗降者数の違い等）に見合った抑制策を講じることが必要不可欠であり、そのためにはまず各駅の乗降特性（どのような乗降行動が行われているか）について観測及び分析を進めることが必要である。

(2) 今後の課題

本研究においては、各駅における最乗降遅延扉となる頻度の高い扉を中心に計測を行った。今後は更に様々な条件下における旅客行動分析を進めるため、環境の異なる（柱等の歩行障害物付近、昇降設備脇狭隘部、昇降設備前等）扉において計測を進める必要がある。更に降車に影響を与える混雑指標として列車到着時の車内混雑率を用いたが、昇降設備脇の狭隘部等においてはホームの混雑が与える影響についても検証することが課題として挙げられる。また、各環境に見合った乗降時抑制策の提案に向け、各駅及び扉で行われている乗降行動の特性について分析を進める必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたり、東京地下鉄株式会社には、混雑率データ等をご提供いただくとともに、調査に関して数多くのご助言をいただいた。また調査の遂行にあたり、社会システム株式会社より機材の提供等、数多くのご協力及びご助言をいただいた。なお、本研究は科学研究費（25420536）の助成を受けて実施したものである。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局：ターミナル駅における混雑解消を実現するための施策の検討，2008，2009。
- 2) 仮屋崎 圭司，日比野 直彦，森地 茂：都市鉄道の列車遅延の拡大メカニズムに関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.13，No.4，pp.54-57，2011。
- 3) 横田 茂：都市鉄道の整備手法の活用促進方策についての研究，運輸政策研究，Vol.15，No.3，pp.18-28，2012。
- 4) 中 祐一郎：交差流動の構造－鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究(1)，日本建築学会論文報告集第 258 号，pp.93-101，1977。
- 5) 松下 聡：待ち行動を含む群集歩行シミュレーションモデルの研究，日本建築学会計画系論文報告集，1992。
- 6) 高柳 英明，佐野 友紀，渡辺 仁史：群集交差流動における歩行領域確保に関する研究，日本建築学会計画系論文集第 549 号，pp.185-191，2001
- 7) 熊倉知博，長澤夏子，林田和人，渡辺仁史：駅における流動の影響を考慮した立ち止まり行動のモデル化に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，2004。
- 8) 福田一太，山下良久，内山久雄：交差現象を考慮した歩行者シミュレーションモデルの構築，鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp.387-390，2006。
- 9) 浅野美帆，桑原雅夫：先読み行動を考慮した歩行者交通流シミュレーション，生産研究 Vol.59 No.3，P184-187，2007。
- 10) 日比野 直彦，山下 良久，内山 久雄：鉄道駅におけるモニターカメラから得られる歩行者挙動データの活用に関する研究，土木計画学研究・論文集 Vol.22 No.3，P531-539，2005。
- 11) 上松苑，岩倉成志：エージェントモデルによる都市鉄道の乗降時分の推定，鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，2008。
- 12) 高橋郁人，武井千亜生，岩倉成志：旅客属性を考慮した列車乗降シミュレーションモデルの構築～東急田園都市線を対象に～，平成 23 年度土木学会全国大会，IV-049，2011
- 13) 稲木達哉，富井規雄：駅ホーム上のマルチエージェントによる乗降時間の推定，電気学会研究会資料 ITS 研究会 2011(33)，23-30，2011。

A STUDY ON BEHAVIORS OF PASSENGERS GETTING ON AND OFF TRAINS AT RAILWAY STATIONS WITH PARTICULAR INTEREST TO TRAIN'S DELAY

Yuna KITAYAMA, Naohiko HIBINO, Shigeru MORITI and Hitoshi IEDA

Serious issues of the train's delay have been occurred in Tokyo metropolitan area. In the existing studies on the delay of train, there are few studies on the behaviors of passengers getting on and off trains at railway stations, although there are a lot of studies on the train operation between stations. Negative impact to the train operation caused by the passengers' behavior is not clarified, because the data of the behavior at stations are inadequate. The purpose of this study is to illustrate the measures for decreasing the delay in each station. In the study, characteristics of the passengers' behavior is analyzed based on the video data in the stations. The study concludes that it is important to consider the station structure as well as the behaviors of passengers and the congested situation for the effective policies against the train's delay