

# 待ち行列システムの解析結果を利用した 公共交通システムにおけるマナー教育

富山 侑子<sup>†</sup>宇都宮 陽一<sup>‡</sup>奥田 隆史<sup>‡</sup>愛知県立大学 情報科学部 情報科学科<sup>†</sup> 愛知県立大学大学院 情報科学研究科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

電車やバスなどの公共交通システムの車内では乗客数がそれほど多くないにもかかわらず混雑しているようにみられる現象が発生する。この現象が電車内の迷惑行為ランキングにおいて「座席の座り方」が2位、「乗降時のマナー」が3位に反映していると推察される [1] (1位は「騒々しい会話・はしゃぎまわり等」である)。この現象は、乗降口周囲は乗客密集度が高く、座席周囲は乗客密集度が低くなっていることと等価である。

上記の現象は乗客が無理に引き起こしているのではなく、各乗客が乗降に関して利便性を求めるがあまり、他の乗客（車内全体）に迷惑をかけているということに気がついていないから自然に起きてしまうと考えられる [2]。したがって各乗客に対して、自分の行動が他者（車内全体）に与える影響を示すことができれば、車内の状況を改善できる可能性がある [3]。言い換えると、乗客同士が起立位置や着席位置を選択する際の自律的なマナーを共有すること、各乗客がそのマナーを自律的に守ることの重要性を認識することがキーになる。

本研究では、乗客を客、座席や通路をサーバーとしてとらえ車内の状況を待ち行列モデルとして表現し多角的に分析する。その結果を現実に適用し、各乗客の公共交通システム車内全体に及ぼす影響を提示し、乗客が共有すべき自律的なマナーを考察する。以下、第2節で待ち行列モデルを示す。第3節では数値例、第4節ではその分析をおこなう。最後に第5節で本研究をまとめる。

## 2 車内状況の待ち行列モデル

本稿では公共交通システムの待ちスペース（駅のプラットフォームやバス停）をバッファースペースとし、乗客がサーバーとみなす座席、通路はその乗客が座席に着席すること、通路に起立することを処理すると考えることで、利用者の乗車、着席過程を待ち行列モデル [4][5][6] として表現する。バッファースペースは無限大とする。また座席は乗降口に最も近い座席を先頭とし、座席番号を1, 2, 3, ..., sとする。

電車の一車両の一部に着目し、乗客の乗車、着席の流れを図1に表す。乗客は一人ずつ乗降口から乗車するのであるが、先に乗車した乗客が立ち止まると奥に進めなくなるため先客の前に空きスペースができる。

乗車・着席の流れ

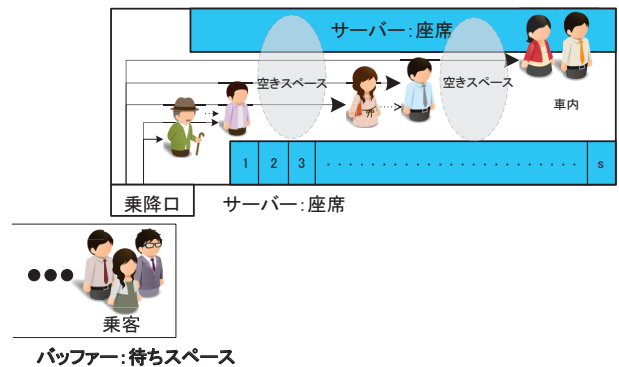


図1 待ち行列モデル

本研究では乗客の取る着席位置選択方法は以下の5種類があるとする。図1を用いて説明する。

- 後尾着席型 (FAR) : 乗降口から最も離れた座席 (座席番号 s 番) を選択し着席する。
- 先頭2席除外ランダム着席型 (RND2) : 先頭、その隣の座席 (座席番号 1, 2 番) を除いてランダムに選択し着席する。
- 先頭除外ランダム着席型 (RND1) : 先頭の座席 (座席番号 1 番) を除いてランダムに選択し着席する。
- ランダム着席型 (RND) : 座席の中からランダムに選択し着席する。
- 先頭着席型 (NEAR) : 先頭の座席 (座席番号 1 番) を選択し着席する。

選択した座席にすでに先に乗車した乗客が着席していた場合、もしくは選択した座席より前に先客が着席していた場合は、先客の隣に着席することにする。その後、乗車した乗客の座席がない時は一人ずつ詰めて着席することにする。

## 3 数値例

離散事象パッケージ Csim20 [7] を利用してシミュレーションを行う。乗客全員が同じ着席位置選択方法を取る場合と乗客を2等分し、着席位置選択方法を組み合わせで決定した場合の一人あたりの乗車時間を計算する。前者を全乗客選択方法同一パターン、後者を乗客2等分選択方法組み合わせパターンとする。

このシミュレーションはそれぞれ30回行っており、乗降口は一つ、一列の座席とする。座席数を10席、20席、30席である場合をそれぞれ考える。乗客は一人ず

Apply a Queuing Model Analysis to Improve Manners of Public Transportation

<sup>†</sup>Yuko TOMIYAMA, Takashi OKUDA

<sup>‡</sup>Yoichi UTSUNOMIYA

<sup>†</sup>Department of Information Science and Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

つ乗車する。また測定する時間は最初の乗客が乗車してから座席の空席がなくなるまでの時間とする。

### 3.1 全乗客選択方法同一パターン

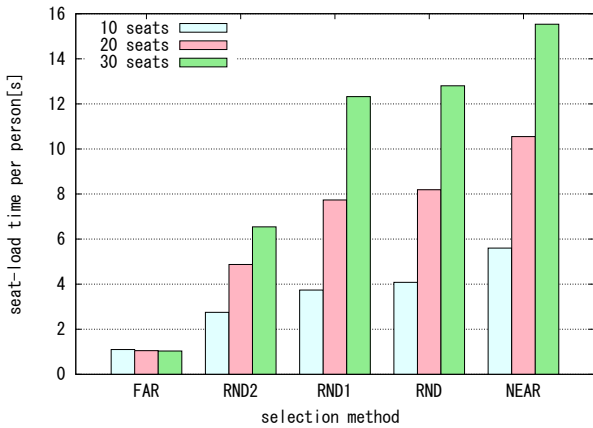


図2 着席の仕方ごとの一人あたりの乗車時間

### 3.2 乗客2等分選択方法組み合わせパターン

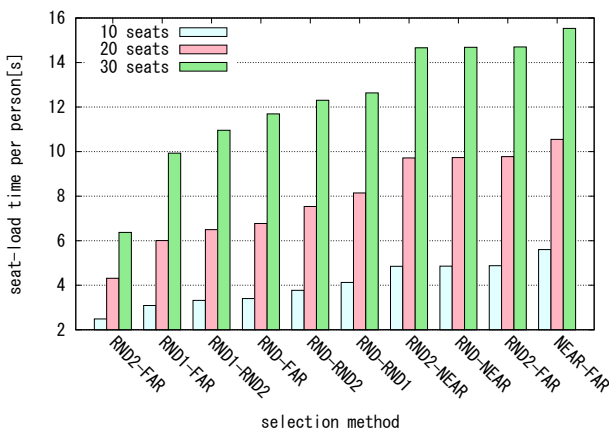


図3 着席の仕方ごとの一人あたりの乗車時間

## 4 待ち行列モデルの評価

全乗客選択方法同一パターンの結果である図2から座席数に関わらず、後尾着席型が最も短い乗車時間である。その次に、先頭2席ランダム着席型の乗車時間が短く、順に先頭除外ランダム着席型、ランダム着席型、先頭着席型と乗車時間が長くなる。乗車時間が長くなるにつれて先頭の座席から着席する可能性の高い着席位置選択方法であるといえる。

また座席数を増やすほど乗車時間の差が大きくなる。一人あたりの最短乗車時間と最長乗車時間を比較すると10席では5倍、20席では10倍、30席では15倍長くなる。結果からも電車内の後尾から着席していくことが最も乗車時間を短くする。

乗客2等分選択方法組み合わせパターンの結果である図3では後尾着席型と先頭2席除外ランダム着席型が最も短い乗車時間であり、座席の後尾から着席して

いく可能性が高い着席位置選択方法の組み合わせほど乗車時間が短くなる。

一人あたりの最短乗車時間と最長乗車時間と比較すると10席では2.2倍、20席では2.4倍、30席では2.4倍長くなる。全乗客選択方法同一パターンと比べ乗客2等分選択方法組み合わせパターンの方が着席位置選択方法による差が少ないことがわかる。

乗客全員が後尾着席型を取ることができれば乗車時間は非常に短縮されるが、現実的には難しいと考えられる。しかし乗客全員が先頭2席除外ランダム着席型を選択した場合と比べ、乗客を2等分し先頭2席除外ランダム着席型と後尾着席型を選択した場合の方が乗車時間は短い。よって乗客全員が同じ着席位置選択方法をとらなくても乗車時間を短縮することができる。

## 5 まとめ

本研究は公共交通システムを利用する際の乗客の行動が及ぼす影響を提示し、さらに共有すべき自律的な乗車マナーを促すことを目的としている。そのために公共交通システムの座席を待ち行列モデルとして表現し、乗客が乗車してから着席するまでの時間が最も短くなる乗客の着席順を求める方法を示した。

問題としている現象を改善する乗車マナーは乗客全員が乗降口から最も離れた座席から着席していくことである。このマナーが共有される必要がある。また乗客全員が同じ行動をすることは現実的に難しいが、このマナーを順守する割合が減少しても時間を短縮できる。

今後の課題は乗客をさらに3等分、4等分しそれぞれに関して組み合わせで着席位置選択方法を決定した場合について処理時間が短縮可能か調査することがある。また公共交通システムを利用する学生33人にアンケートを取ったところ、図2を見て行動を改善することができるかという設問に対して26人(78%)ができないと回答した。その理由は理論的には理解できるが降車することを考慮すると行動を変えることはできないというものであった。乗客が降車する場合も含めて着席位置を選択するようにし、現象を改善する適切な座席の形などを吟味したい。

### 参考文献

- [1] 一般社団法人、日本民営鉄道協会、“平成25(2013)年度 駅と電車内の迷惑行為ランキング発表”，民鉄協ニュース25-No.13，平成25年12月20日。
- [2] 川西由美子、『なぜ電車で「中ほど」まで進まないのか～気の利かない人が増えた理由～』，<http://business.nikkeibp.co.jp/article/interview/20140121/258582/>，平成26年1月23日。
- [3] アジス・アブラハム，クリナ・グローサン，ヴィクトリーノ・ラモス，栗原聡，福井健一、『群知能とデータマイニング』，電機大出版局，2012。
- [4] 村上泰司、『わかりやすい情報交換工学』，森北出版，2009。
- [5] 高橋幸雄，森村英典、『混雑と待ち』，朝倉書店，2001。
- [6] 川島幸之助，塩田茂雄，河西憲一，豊泉洋，会田雅樹、『待ち行列理論の基礎と応用』，共立出版，2014。
- [7] Mesquite Software，<http://www.mesquite.com>。