

正 [機] ○丸茂 喜高 (日本人)

正 [機・土] 鈴木 宏典 (日本工人)

Management of Passenger's Seating Order in Crowded Train

by Indicating Information on Passenger's Destination

Yoshitaka MARUMO, Nihon Univ. 1-2-1, Izumi-cho, Narashino City

Hironori SUZUKI, Nippon Institute of Technology

This study examines the management method of passenger's seating order in crowded train by indicating information on passenger's destination by simple passengers flow simulation. The management system leads a standing passenger to a position in front of a seating passenger who gets off at the nearest station. This system can decrease the number of stations to seating for standing passengers. The rate of corporation to provide the information on the destination affects the reduction effect of the number of stations to seating.

Keywords : railway passenger, seating order, crowded train, first-come first-served, passenger service

1. はじめに

通勤通学時間帯などにおける混雑した列車では、座席に座ることが困難であり、長区間利用する乗客の多くは、いかに座席に座るかが課題となっている¹⁾。立っている乗客(以下、立ち客)は、既に座っている乗客(以下、座り客)の降車駅がわからないため、図1に示すように先に乗車した立ち客Aよりも後から乗車した客Bが、先に着座するようなケースも存在する。このような例は、スーパーマーケットの複数のレジで順番を待つ場合にも見られる。前の客の買い物の量やレジ対応する店員の人数などにより、あるレジで先に順番待ちをした客よりも、後から別のレジで順番待ちをした客のほうが先に会計処理されるケースが見受けられる。

一方、銀行のATMなどでは、先に来た客が必ず先にサービスを受けられるように、図2に示すように1列で順番待ちを行うFCFS(First-Come First-Served)が実現されている。このFCFSを混雑列車の着座にも適用できれば、先に乗車した立ち客が優先的に着座することが可能となる。FCFSを実現する手法としては、座り客の降車駅情報を呈示することを想定し、立ち客はその情報をもとに早く降りる座り客の前で待つことなどが考えられる。

本研究では、降車駅情報呈示による優先着座支援システムについて、簡易的な乗客流シミュレーションにより有効性を検討することを目的とする。

2. 優先着座支援システム

乗客の降車駅情報は、座席付近にICカード読み取り機を設置して、IC定期券などから取得することを想定する。この際、降車駅情報を提供しない乗客や定期券区間外利用、乗車券利用者なども存在するため、評価シミュレーションで後述する協力率として定義することで、その影響を調べるものとする。

着座する際に、ICカード読み取り機にIC定期券をかざすことで降車駅情報が取得される。取得された情報に対して、座席付近の表示器に呈示することを想定し、以

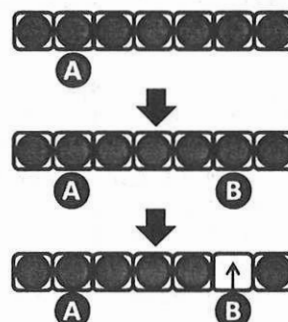


Fig.1 Image of reversed seating order

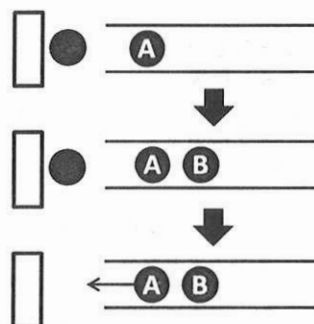


Fig.2 Image of First-Come First-Served

下の2種類の情報を呈示する支援の効果を検証する。

<支援タイプⅠ：降車駅接近情報>

プライバシーなどの観点から具体的な駅数は呈示せず、降車する駅が近づくともランプが点灯するものであり、ランプが点灯した座り客の前に立つことで、早い着座ができるものである。

<支援タイプⅡ：降車までの駅数情報>

座り客の降車駅までの具体的な駅数を提示するものであり、立ち客は降車駅までの駅数の一番少ない座り客の前に立つことにより、いち早く着座することが可能となる。

3. 実態調査

情報提示支援システムの効果を検証するための評価シミュレーションを行うにあたり、特定の路線の区間や時間帯について議論するのではなく、かつまったく架空の状況について検討することを避けるために、実態調査を行う。ここでは一例として、以下に示すような条件で調査を行った。

- ・路線：東日本旅客鉄道中央総武線各駅停車
- ・区間：新宿駅西船橋駅間の20駅、千葉方面行
- ・車両：1号車または10号車（先頭または最後尾車両）
- ・時間帯：新宿駅を17時から19時の間に発車した列車
- ・調査回数：2012年7月31日(火)～8月2日(木)の
各日1回ずつ計3回

実態調査においては、車両内の任意の座席1列分（7席）とその前方の立ち客を対象として、各乗客の乗降駅（同じ車内での移動であっても、調査対象領域から出入りがあった場合には乗降客と見なす）や状態（座り・立ち）を記録した。

全調査結果3回分をまとめて、乗客一人あたりの乗車駅数の分布を求めたものが図3である。なお、調査区間より以前および以降に乗車し続けている乗客は対象としていない。図3より、乗車駅数が少ない乗客から多い乗客まで分布しているが、おおむね正規分布のような形状を示しており、平均して7駅程度乗車しており、標準偏差は3.5駅程度となった。

また、図4に3回分の調査結果を用いた、各駅の乗車客数の分布を示す。乗車客数0名が最も多く、順に1名、2名となっていることがわかる。平均すると各駅で1名強乗車している状況であった。

4. 評価シミュレーション

4.1 シミュレーション概要

シミュレーションでは、実態調査と同様に、座席1列分を対象として、図5に示すように、座席7席と各座席正面に立ち客が待つスペースを7スロット設置するものとする。

図6に示すように、座り客が降車したら、その正面の立ち客が優先的に着座するものとして、正面に立ち客がいない場合には、空いた座席に近い立ち客が着座することとする。すなわち、正面に立ち客がいない場合には、空いた座席の斜め隣（左右一つ分）の立ち客が着座するものとして、この際、斜め隣の左右に同時に立ち客が存在した場合には、乱数によりどちらかの立ち客が着座する。降車した座り客の正面にも斜め隣にも立ち客が存在しない場合には、さらに左右一つ分ずつの立ち客が着座するものとし、たとえば、空いた座席と立ち客の場所が離れていても、乗車客よりも立ち客が優先的に座ることとする。着座する立ち客がおらず、座席が空いている場合には、乗車客が着座する。座席が空いていない場合には、乗車客は、いずれかの空きスロットにランダムに立つこととする。なお、情報提示支援が行われない場合には、立ち客の立ち位置の移動はないものとする。

情報提示支援が行われる場合には、支援タイプⅠでは、

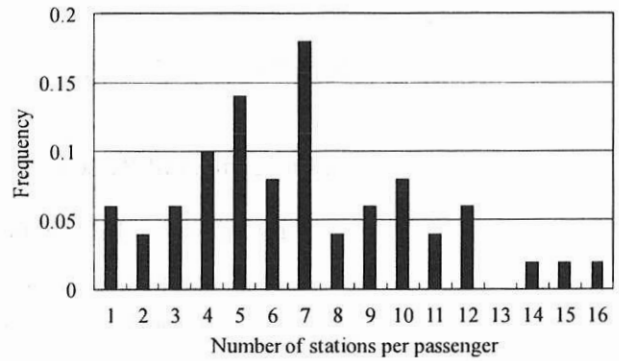


Fig.3 Distribution of number of stations per passenger

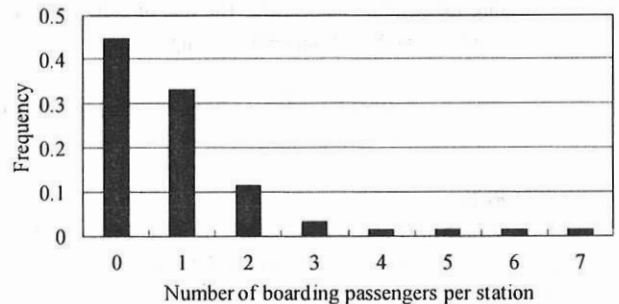


Fig.4 Distribution of number of boarding passengers per station

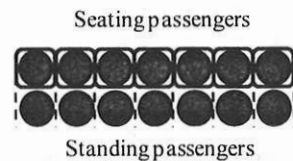


Fig.5 Passenger's position for simulation

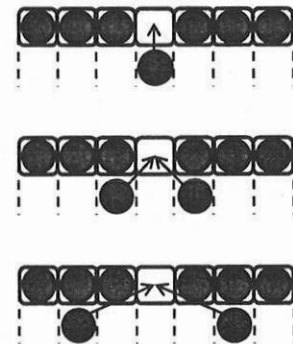


Fig.6 Passenger's seating order in simulation

図7(a)に示すように、降車駅に接近した乗客のランプが点灯した席の前に移動を行う。支援タイプⅡでは、図7(b)に示すように、座り客の降車までの駅数がすべて開示されているものとして、たとえば降車まで最も早い座り客の前に立つことができなくても、次に早い座り客の前へ立つように移動を行う。いずれの支援を行う場合も、立ち客が別の立ち客を超えて移動することはないものとする。

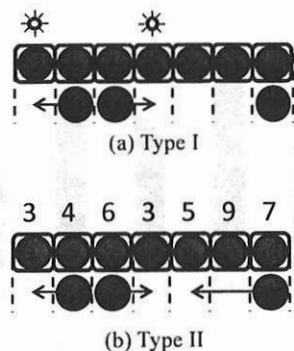


Fig.7 Standing passenger's movement with system

シミュレーションのためのデータとしては、前章の実態調査における一人あたりの平均乗車駅数から、平均 7 駅、標準偏差 3.5 駅の正規分布と仮定した。また、各駅の平均乗車客数から、平均を 1 名（4 駅毎に 2 名）としたポアソン分布を仮定した。シミュレーションを行う駅数は、20 駅よりも十分に多い駅数として、そのうちの 20 駅間を評価区間とした。シミュレーション回数は 30 回として、システムの有無などの条件間で 30 種類の同じ乱数を用いてシミュレーションを行った。

4.2 支援の効果

降車駅情報を呈示した場合の効果について検討する。ここでは、立ち客が着席するまでの駅数の平均値や標準偏差を議論することとする。なお、降車駅の接近を知らせる支援タイプ I については、降車する駅の 1, 2, 3 駅前からランプが点灯する 3 条件の効果について調べる。今後議論するデータについては、比較的支援が必要と考えられる乗客を対象とするために、乗車駅数が平均である 7 駅以上の乗客を対象とする。

図 8 に、乗客が乗車してから着座するまでの平均駅数を示す。支援タイプ I の 1 駅前から点灯の条件では、支援がない場合よりも着座までの駅数が増加してしまったが、それ以外の支援では、着座までの駅数が低減していることが確認できる。改善された場合について着目すると、支援タイプ I の 3 駅前から条件よりも、具体的な駅数を呈示する支援タイプ II の方が着座までの駅数が少ないが、支援タイプ I の 2 駅前の場合には、支援タイプ II よりもさらに少なくなることがわかる。

次に、着座までの駅数の標準偏差に着目する。図 9 に着座するまでの駅数の標準偏差を示す。支援がない場合と比較して、いずれの支援を行った場合でも、標準偏差が低減していることがわかる。支援タイプの違いについては、支援タイプ I の 1 駅前、2 駅前、3 駅前、支援タイプ II の順に小さくなっている。

4.3 協力率の影響

前節では、情報呈示支援を行う場合には、基本的には全員が降車駅情報を提供するという仮定で行った。しかし、2 章でも述べたように、降車駅情報を提供しない場合や定期券区間外利用、また、乗車券利用者なども考えられるため、ここではそれらをまとめて協力率として定義し、その影響を調べるものとする。前節のシミュレーション結果は、支援ありの場合には協力率が 100% の結果であり、支援がない場合は協力率は 0% である。ここでは、それ以外に、25%, 50%, 75% の場合の効果を確認する。前節の結果から、支援タイプ I の場合には、ラン

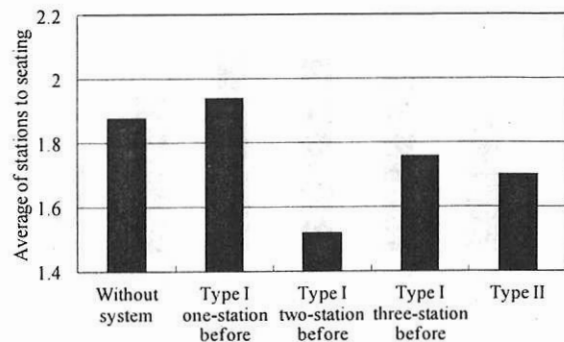


Fig.8 Average of stations to seating

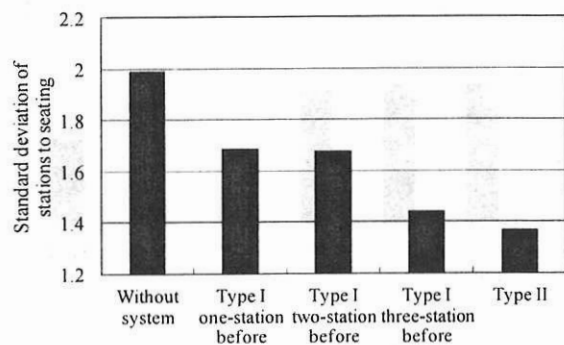
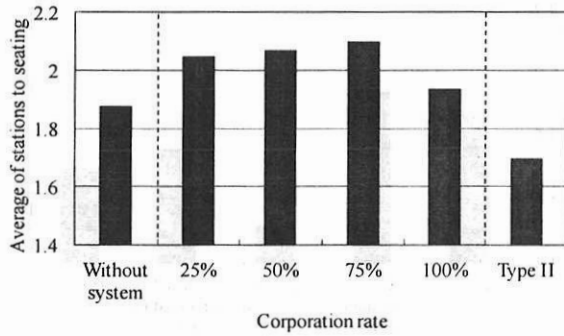


Fig.9 Standard deviation of stations to seating

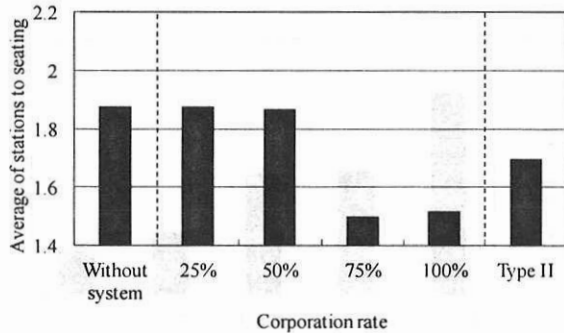
プが点灯する、降車駅までの駅数による違いがあり、中には支援タイプ II よりも効果のある場合が確認されたため、支援タイプ I に関して検討を行う。

図 10 に、協力率による着座までの平均駅数を示す。同図には、参考として、支援なし（協力率 0%）および支援タイプ II の結果もあわせて示している。図 9(a) に示した 1 駅前での点灯の条件では、協力率 100% の時点で、支援なしよりも着座までの平均駅数が増加していたが、協力率が低下することにより、さらに増加する傾向にある。図 10(b) の 2 駅前での点灯の場合には、協力率が 75% に減少しても、100% の場合と同様に低減効果が見られた。しかし、協力率がさらに低下して 25% と 50% の場合には、支援がない場合とほとんど違いが見られない結果となった。図 10(c) に示した 3 駅前の点灯では、75% の場合には、100% と同様に支援がない場合と比べて平均駅数は低減するが、支援タイプ II には及ばず、逆に協力率が低下して、25% と 50% の場合には、支援タイプ II よりも着座までの平均駅数の低減効果が確認された。

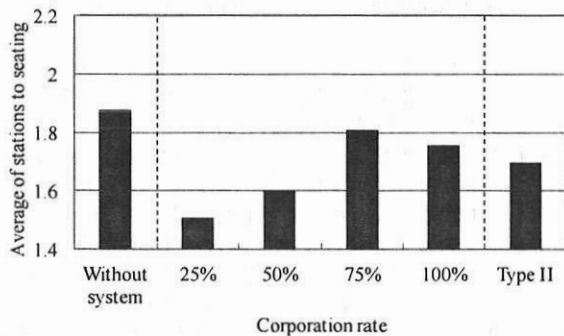
図 11 に、協力率の違いによる着座までの駅数の標準偏差の変化を示す。一部例外もあるが、ランプが点灯する、降車駅まで駅数によらず、協力率が 0%（支援なし）の場合から、協力率の増加にともない標準偏差が低減していることがわかる。いずれの場合にも、支援タイプ II の場合に比べると、標準偏差は大きい値を示し、着座までの駅数のばらつきを低減させるためには、具体的な駅数を呈示するのが効果的であることがわかる。



(a) One-station before



(b) Two-station before



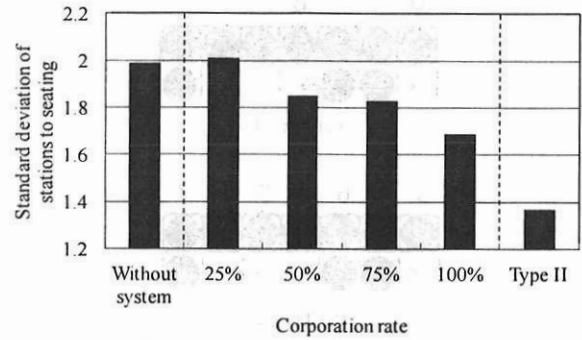
(c) Three-station before

Fig.10 Effect of cooperation rate on average of stations to seating (Type I)

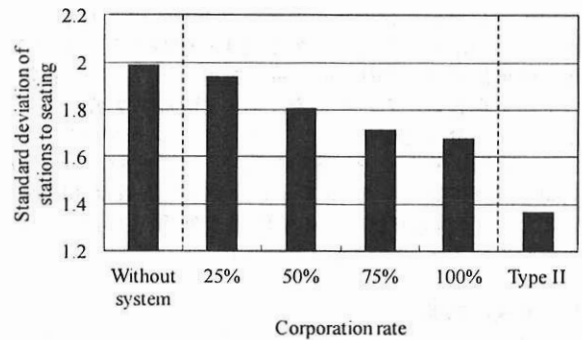
5. まとめ

本研究では、座席に着座している乗客の降車駅情報を呈示することで、降車駅までの駅数が少ない乗客の前に立つことにより、先の乗車した乗客が優先的に着座することができる支援システムについて検討した。簡易的な乗客流シミュレーションを行い、支援システムの効果を検証した結果、以下の結論を得た。

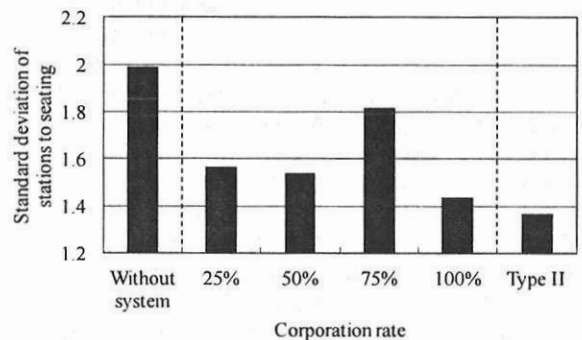
- 1) 降車駅情報を呈示することにより、着座までに要する駅数が減少し、そのばらつきも低減することを確認した。
- 2) 呈示する情報について、降車駅が接近した情報を呈示する場合には、呈示するための降車までの駅数により、着座までの駅数の低減効果に違いが見られ、場合により、降車駅までの具体的な駅数を呈示するよりも良好な結果が得られた。



(a) One-station before



(b) Two-station before



(c) Three-station before

Fig.11 Effect of cooperation rate on standard deviation of stations to setting (Type I)

- 3) 降車駅情報を提供する協力率による影響を調べた結果、協力率による効果の変化が確認されたが、いずれの場合も、着座までの駅数が支援なしと同等かまたは低減効果が確認された。

今回は、効果の指標として、着座するまでの駅数を中心に検討を行ったが、冒頭に述べた FCFS との関係が明らかでないため、そのような観点からの考察を行う。また、シミュレーション条件についても、今回検討したものとは異なる混雑率、乗車駅数、乗車客数など、いくつかのパラメータで検討し、情報呈示支援の効果について検証する。

本研究を進めるにあたり、実態調査において、日本大学生産工学部機械工学科の仲塚智洋君、福田純明君の協力を得た。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 万大：通勤電車で座る技術！，サンマーク出版，2012