

# エージェントモデルによる都市鉄道の駅乗降時分の推定手法



H04016 上松 苑  
指導教員 岩倉 成志

## 1. 背景と目的

東京近郊から企業の集中する都心へ向かう都市鉄道では慢性的な混雑が日常的に発生している。今日まで混雑緩和を目的とした列車本数増加が行われてきたが、同時に線路内で列車同士が渋滞を起こす要因となっている。各駅においても旅客が短時間にホームに殺到することにより駅停車時分が延び、都心までの所要時分が大幅に増加している。このため、駅停車時分が長くなる現象を解明し、対策を検討することが重要となる。

駅間所要時分は駅間走行時分と駅停車時分に分類できる。本研究室では、都市鉄道の特性をもつ小田急小田原線を例にエージェントモデルによって駅間所要時分を推定する研究が行われている。本研究では、駅ホームでの旅客行動を分析し、上記のモデルと連結するため、図 1 で定義している駅停車時分内の駅乗降時分をエージェントモデル(マルチエージェント・シミュレータ)を用いて推定することを目的とする。

## 2. 駅停車時分の定義

駅停車時分は旅客、運行状況など様々な要因より決定される。そこで、列車が到着してから出発するまでの時間を分類し、各時間について図 1 のように定義する。停車から発車までを駅停車時分、旅客乗車中を乗車時分、降車中を降車時分とする。乗降終了から扉が閉まるまでを調整時分、発車するまでを確認時分と定義する。

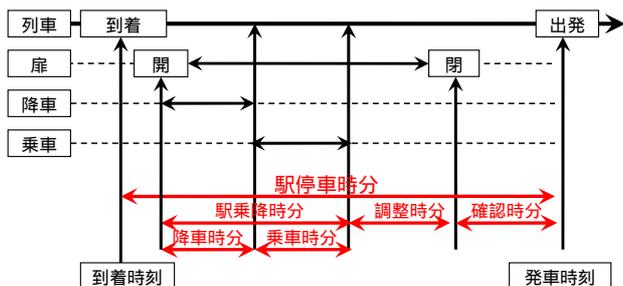


図 1 駅停車時分の定義

## 3. 分析対象・使用データ

分析対象は小田急小田原線新百合ヶ丘～新宿間，東急田園都市線全線，始発～11:00 とする。使用データは平成 17 年度大都市交通センサスより 15 分ピッチの駅乗降人員，駅間断面交通量を用い算出した，駅間混雑率などのデータ，実地調査をして得た実測データを用いる。

## 4. 駅乗降時分の現況

### 4.1 駅乗降時分

実地調査から得られた駅乗降時分と乗降人員との関係を示したものが図 2 であり，比例関係性にあることがわかる。さらに，遅延状態のときには，その回復に努めるため乗降が終了次第扉を閉めるので，朝のラッシュ時には駅停車時分が駅乗降時分に大きく影響を及ぼしている。

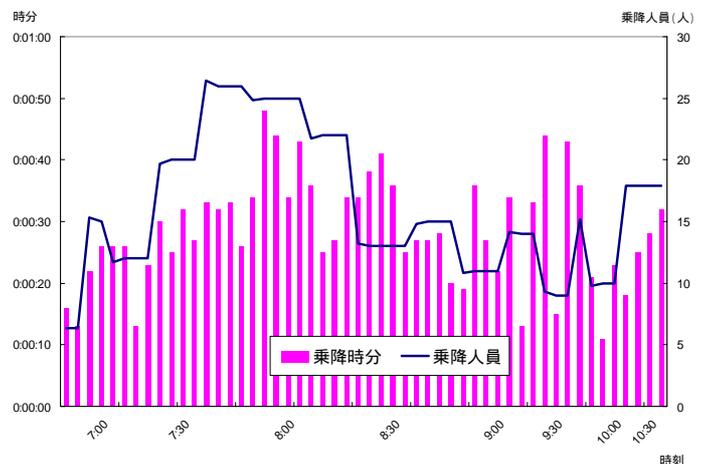


図 2 成城学園前駅の駅乗降時分と乗降人員

### 4.2 乗降速度

図 3 は乗降人員が扉を通過する時間を計測したものである。扉通過時間が，降車では最初と最後の降車旅客でも大きな変化は見られず一定の時間約 0.5 秒に収束する。乗車では乗車人員の増加に伴い増加している。また，単位人数当りの通過時間は，郊外駅 15 人目では 0.78 秒増加，20 人目では 1.4 秒増加，都心駅 15 人目では 2.1 秒増加，20 人目では 4.1 秒増加という通過人数に

よって急激に増加する傾向にある。つまり、都心駅の方が単位人数の通過時間の上昇が大きく速度を低下させている。考えられる理由として、都心に近いため、到着する列車の混雑率が高いものと考えられる。

ピーク時の駅ホームでは旅客が集中し、列車に乗車する際に駅員の力を必要とする場面がしばしば見られる。グラフやこのような場面からわかるように、最後に乗車する数人が駅乗降時分を大幅に増加させる影響が大きいことがわかる。

## 5. エージェントモデル

### 5.1 マルチエージェント・シミュレータ

エージェントという個体にシンプルなルールを与え、複数のエージェントから成る人工社会での様子の変化やその状態を表現するシステムである。本研究では、駅停車時分を駅ホームの旅客行動から推定するシミュレーションモデルを構築していく。

### 5.2 シミュレーションルール

降車旅客、乗車旅客、車内旅客、その他の構造物(扉、座席など)をエージェントとした。図4は旅客エージェントのアルゴリズムである。旅客エージェントには前方のエージェントの数を調べ、進行方向はエージェントの少ない方向とし、速度は前方のエージェントの密度によって低下するように設定をしている。また、車内のシートに座っている旅客、吊革につかまっている旅客は初期位置固定で配置している。

### 5.3 シミュレーション実行画面

図5はシミュレーションの実行画面である。降車旅客の降車開始から乗車旅客の乗車完了までを左から時系列で順に示した実行画面である。初期設定として、乗車12人降車10人混雑率120%で設定した。再現性の検証までは行っていないが、旅客の大まかな行動を表現するに至っている。

### 5.4 再現性

実地調査で得たデータの中から適当な列車を選び、乗降人員、混雑率を同じ条件に設定し、駅乗降時分の推定を行った。推定値は、上記の条件で5回推定を行い、その平均を比較の対象とした。その結果が表1である。推定値は実測値よりも大幅に低い値を示した。大きな要因として、エージェントの加減速設定が不十分であったことが挙げられる。

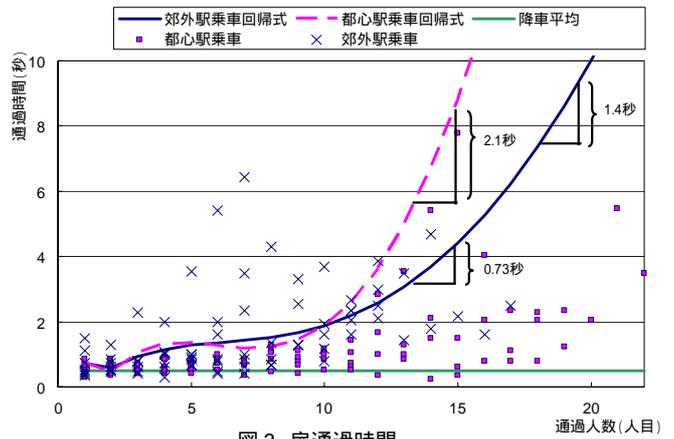


図3 扉通過時間

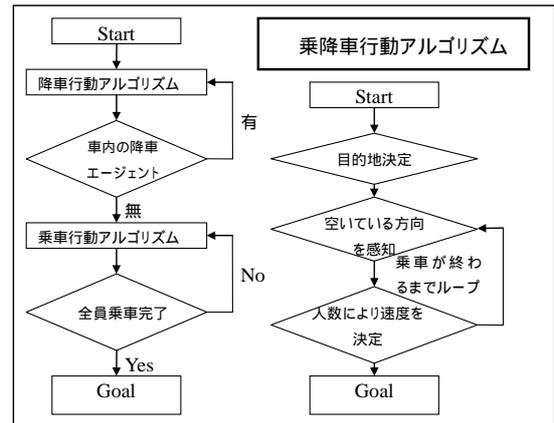


図4 旅客エージェントのアルゴリズム

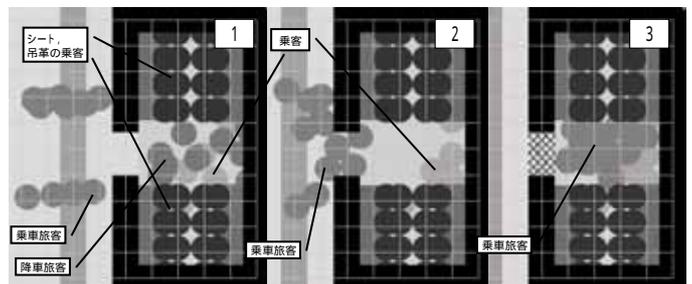


図5 実行画面

表1 再現性

	成城	成城	成城	登戸
実測値(秒)	10	16	15	21
推定値(秒)	6.2	7.2	7.6	10.4
乗降人数(人)	10	9	13	21
混雑率(%)	100	150	150	150

## 6. まとめ

駅ホームの旅客行動に関して、乗車の扉通過時間が人数に伴い増加していることを示した。シミュレーション構築に関して、大まかであるが旅客の乗降行動を表現することができ、駅停車時分のエージェントモデルによる推定の可能性を示した。今後の課題として、シミュレーションの精度を上げると共に、駆け込み乗車や発車ベル後の無理矢理乗車する旅客が駅停車時分に与える影響を分析していくことが挙げられる。