

# ホーム上旅客流動シミュレーションの再現性向上のための歩行モデル改良 - 鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その4 -

正会員 ○山田 武志\*1 正会員 加瀬 史朗\*2  
 正会員 坂本 圭司\*2 会員外 印南 潤二\*1  
 正会員 中村 仁也\*3 正会員 大西 一聡\*3  
 正会員 石間 計夫\*4

駅 旅客流動 シミュレーション

## 1 研究の目的

本一連の研究は、既報<sup>1)</sup>の全体構想に基づき、駅改修の計画段階に旅客流動の変化を容易に高い精度で検証するために、旅客流動実測データを用いた再現性の高い旅客流動シミュレーションを開発することが目標である。

既報<sup>2)3)</sup>では、駅ホーム上の旅客行動を再現可能なマルチエージェント旅客流動シミュレータ(F-MACS)を開発した。また、レーザー計測技術によって得られた全領域・全時間の全旅客の位置座標実測データを用いてシミュレーション精度を向上する技術を確立した。

しかし、本研究成果を他の多くの駅で展開するためには、システムをよりリーズナブルに利用できることが重要であり、そのためには、より簡易に入手可能な実測データを用いてシミュレーション精度を向上することが課題である。

本研究は、上記の課題を解消すべく、システム実用化の第一段階として、ビデオ画像の目視計測によって得られた断面流量データを実測データとするシミュレーション精度向上技術の確立を目的として実施した。本稿では、対象駅としたC駅第1乗降場の旅客流動特性の実態調査と、調査結果に基づく旅客流動シミュレータ(F-MACS)の歩行モデルの改良内容について報告する。本研究の構成を図1に示す。

## 2 対象駅と調査の概要

ホーム上の最混雑時の旅客流動特性の実態把握と、シミュレーションモデル改良後の再現性検証用のデータ計測を目的とし、首都圏有数のターミナル駅であるC駅第1乗降場の朝ラッシュ時で最も乗降客数が多い列車の乗降客旅客流動をビデオ撮影した。撮影したビデオ映像を分析し、シミュレーションの入力データとして列車の発着時刻や旅客OD、シミュレーションの精度評価用データとして階段上端の15秒ごとの断面通行人数を計測した(図2)。

○予備調査  
 ■目的 : 乗降客数が多い列車(対象列車)の把握  
 ■調査場所 : C駅第一乗降場ホーム(下図)  
 ■調査日時 : 2011年5月26日(木) 7:30~9:00  
 ■調査方法 : ①列車到着時の階段最寄乗車口の乗車待ち人数を計測  
 ②列車到着後の階段上部の滞留が解消する所要時間を計測

○本調査  
 ■目的 : シミュレーションの入力データ(旅客ODデータ)と精度評価用データ(断面通行人数データ)の取得  
 ■調査場所 : C駅第一乗降場ホーム(下図)  
 ■撮影期間 : 2011年6月2日(木)~2011年6月15日(水)  
 ■調査方法 : ①対象範囲を撮影画面が覆うように8台のカメラをホーム上部に設置  
 ②撮影映像を確認し、列車遅延等がなかった6月3日を対象日に設定  
 ③撮影映像にて対象列車の旅客ODデータ、断面通行人数を計測

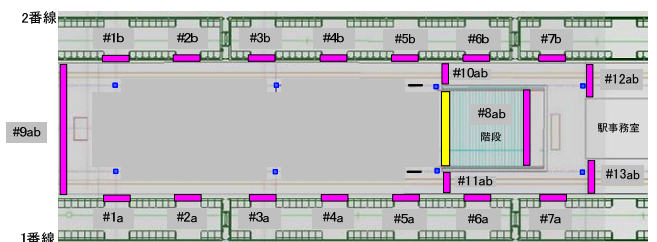
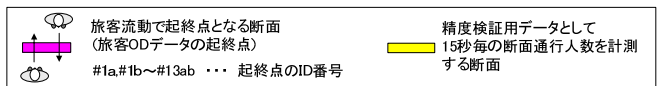


図2 調査概要(上)と調査対象範囲(下)

## 3 旅客流動シミュレータの歩行モデルの改良

撮影したビデオ映像の観察により乗降客の挙動特性を分析し、既報<sup>2)</sup>で開発したF-MACSの歩行モデルを改良した。

### 3-1 干渉判定に関するパラメータの拡張とモデル改良

混雑時に同一方向に向かう旅客の隙間を対向する旅客が体を捻りながらすり抜ける様子や、混雑度が高い状況では旅客の衝突回避行動が遅れる様子が観察された。

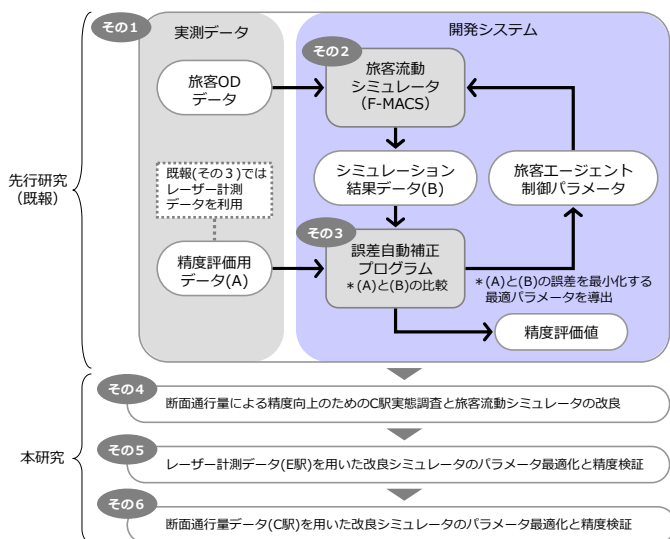


図1 本一連の研究の構成

これらの旅客挙動特性を再現するために、パーソナルスペース半径と先読み時間は歩行速度の関数とし、身体スペース半径とパーソナルスペース半径は、同一目的地に向かう旅客との干渉判定に用いる値と、目的地が異なる旅客との干渉判定に用いる値とをそれぞれ別の値とした(図3)。

旧モデルの制御パラメータ	改良モデルの干渉判定に関する制御パラメータ
$r$ 身体スペース半径	$r_a$ 身体スペース半径(前後幅) $r_b$ 身体スペース半径(肩幅)
$p$ パーソナルスペース半径	$ps$ パーソナルスペース半径(同一目的地の場合) $po$ パーソナルスペース半径(目的地が異なる場合) $p_{max}$ パーソナルスペース半径の最大値 $ps_{min}$ パーソナルスペース半径の最小値(同一目的地の場合) $po_{min}$ パーソナルスペース半径の最小値(目的地が異なる場合) $v_{pmax}$ パーソナルスペース半径が最大値となる歩行速度
$t$ 先読み時間	$t_{min}$ 先読み時間の最小値 $t_{max}$ 先読み時間の最大値 $v_{tmax}$ 先読み時間が最大値となる歩行速度

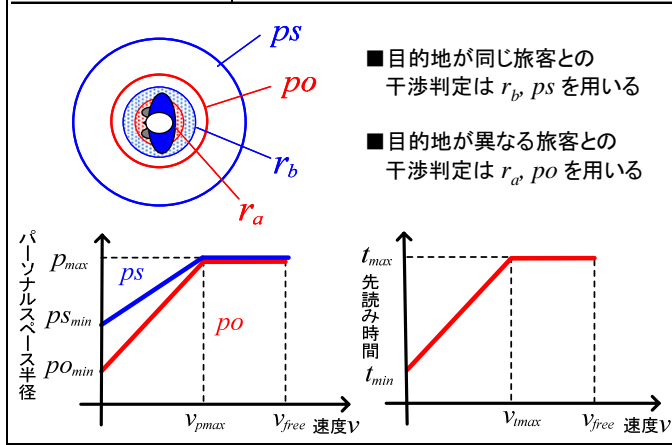


図3 干渉判定に関するパラメータの拡張とモデル改良

### 3-2 歩行速度に関するパラメータの拡張

列車開扉直後に降車する旅客は走る旅客が多く、列車の開扉直前には階段を上る乗車客が階段を駆け上がるといった様子が観察された。さらに、旅客が歩き出すときより、歩行している旅客が停止するときの方が速度の変化率が大きいことが分かった。これらの旅客挙動特性を再現するために、速度と加速度の設定を細分化した(図4)。

## 4 改良モデルによる旅客流動再現性の確認

調査範囲の空間モデルを構築し、調査結果として得られた列車の発着時刻や旅客ODデータを入力データとし、改良モデルを用いた旅客流動シミュレーションを実施した。その結果、混雑度に応じた対向者のすり抜け挙動や衝突回避行動、状況に応じた旅客の歩行速度の違いなど、ビデオ映像で観察された旅客挙動特性が再現されていることを確認した。また、開扉から階段上部の滞留が解消されるまでの時間や滞留形状の変化の様子について、ビデオ映像の状況を概ね再現できていることを確認した(図5)。

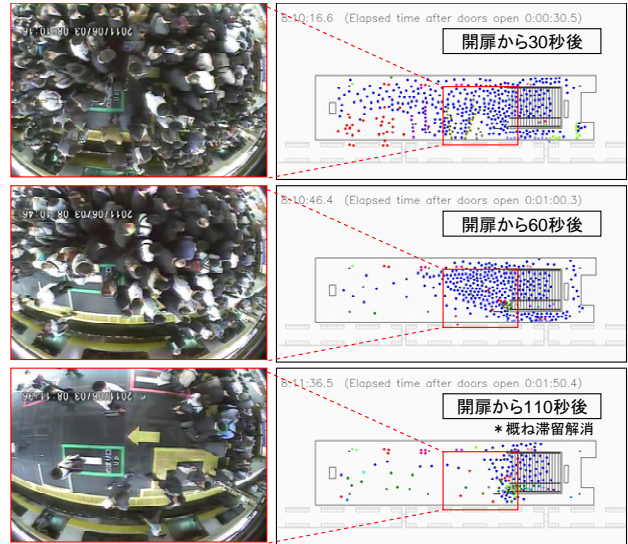
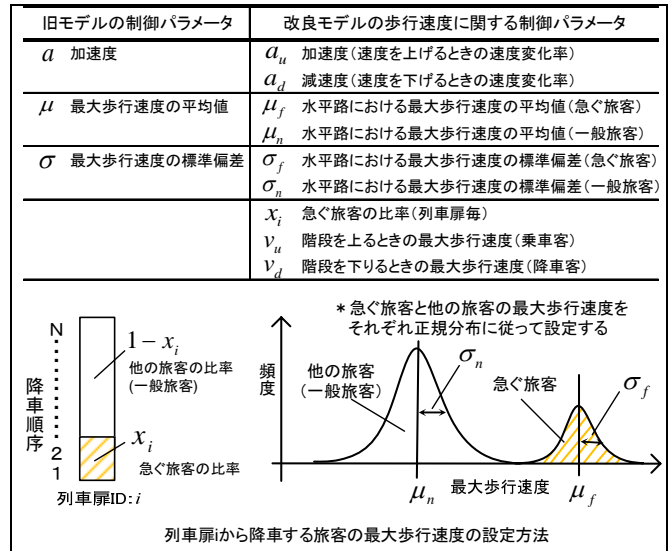


図5 ビデオ映像(左)とシミュレーション結果(右)

## 5 まとめ

本稿では、断面流量データを実測データとしたホーム上の旅客流動シミュレーションの精度向上を目的とした旅客流動実態調査と旅客流動シミュレーションのモデル改良について報告した。改良モデルのパラメータの最適化と再現精度の定量的な評価結果はその5、その6にて報告する。

### [参考文献]

- 1) 加瀬史朗、坂本圭司、佐藤敏彦、柴崎亮介、石間計夫、木下芳郎、山田武志、中村仁也：実現象の定量データを用いたシミュレーションの再現性向上のための全体構想—鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その1—、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、建築計画 I、pp. 645-646、2011
- 2) 山田武志、加瀬史朗、坂本圭司、小口悠、柴崎亮介、中村仁也、大西一聡：駅ホーム上の混雑状況を再現した旅客流動シミュレーションモデルの開発—鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その2—、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、建築計画 I、pp. 647-648、2011
- 3) 大西一聡、加瀬史朗、坂本圭司、中村仁也、山田武志、柴崎亮介：シミュレーションパラメータ最適化に関する研究—鉄道駅における旅客流動シミュレーションの精度確保に関する研究 その3—、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、建築計画 I、pp. 649-670、2011

\*1 ベクトル総研

\*2 東日本旅客鉄道 フロンティアサービス研究所

\*3 ゴーガ \*4 ジェイアール東日本コンサルタンツ

\*1 Vector Research Institute, Inc.

\*2 East Japan Railway Company, Frontier Service Development Laboratory

\*3 GOGA, Inc. \*4 JR East Consultants Co.