

# エージェントベース シミュレーションを用いた 電車内混雑緩和のための ホーム出口配置の評価

班員

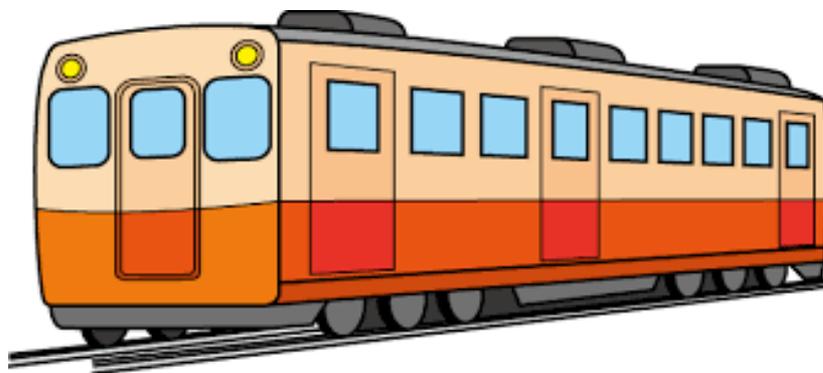
5115E002 板橋智也

5216C016 後藤慧展

5216C030 花木 潤

# 対象システム

## 電車



JR 大阪 阪  
おおさか Ōsaka

← 新おおさか Shin-Ōsaka → つかもと Tsukamoto

東京

とうきょう



有楽町

神田

Yūrakuchō

Tōkyō

kanda



乗客が求めるもの  
・運航ダイヤの正確さ  
・車内の快適さ  
など

電車は時間通りかつ「快適に」乗客を目的地に運ぶことが目的

# 問題状況とシミュレーション目的

## 問題状況

電車とは時間通りかつ「快適に」乗客を目的地に運ぶもの



通勤ラッシュ時などにおいて電車内混雑が深刻化  
→車内で「快適に」過ごせるような状況にない

## 目的

電車内混雑の緩和のためには各駅のホーム出口の配置を  
どのように配置すればよいのか評価する



# 概念モデル図

## 内部モデル

- ・ 降車駅
- ・ 乗車駅
- ・ タイプ
- ・ 利用出口

## 学習モデル

- ・ 電車の混雑度を学習する

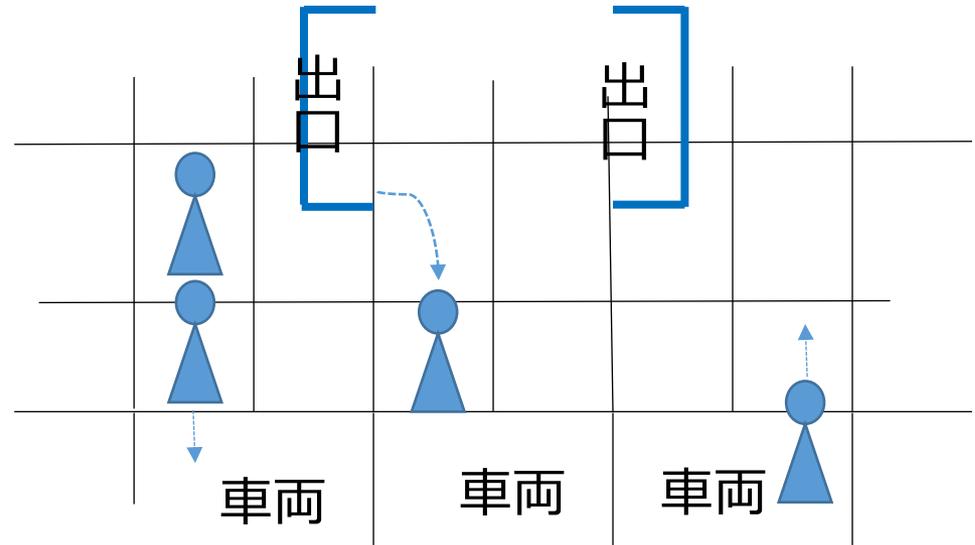
乗客  
エージェント

## 行動モデル

- ・ 車両決定後、列に並ぶ
- ・ 電車が来たら乗車する
- ・ 降車駅に到着したら降車する

## 環境モデル

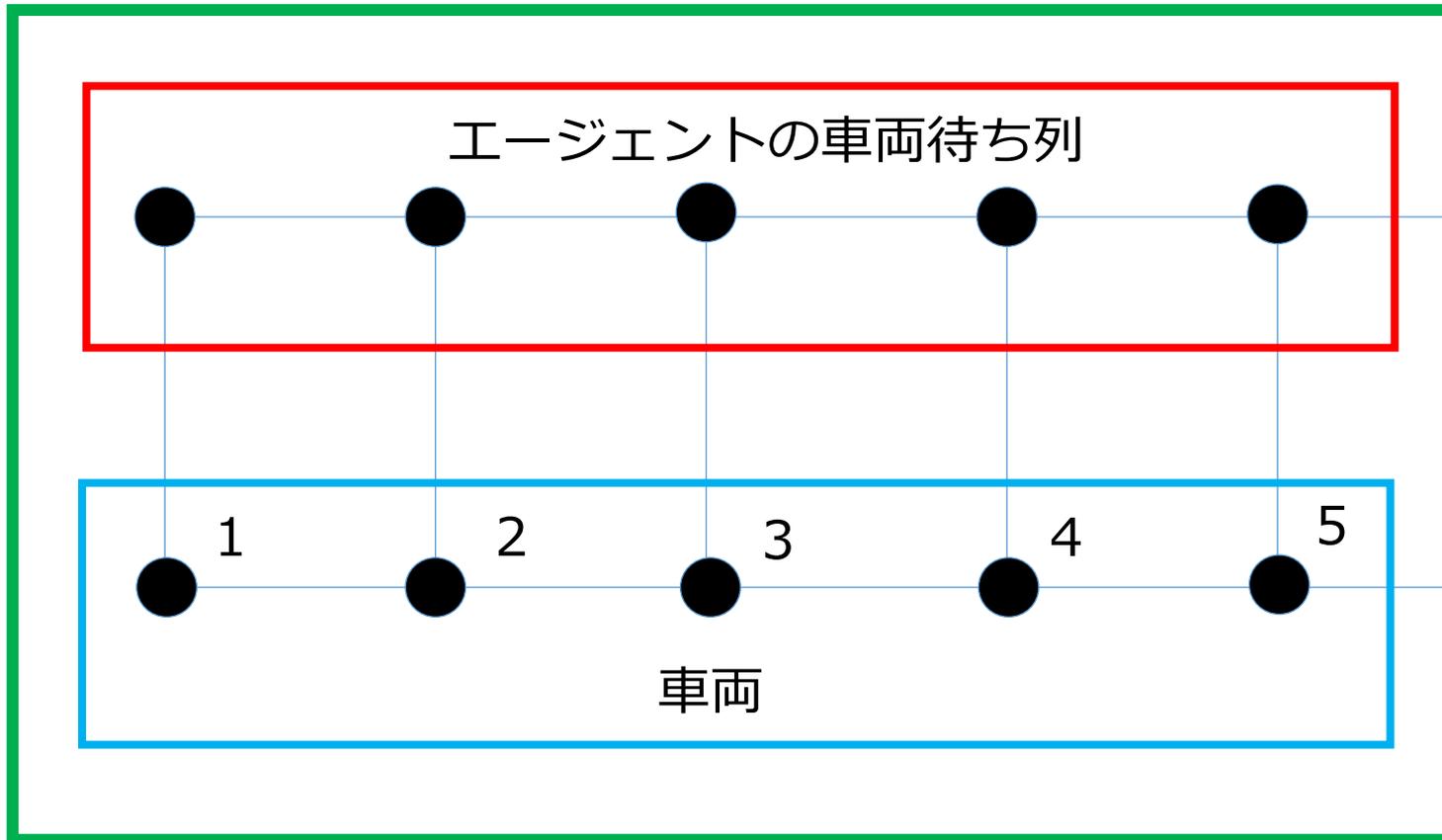
セル構造で駅のホームを表現



# 環境モデル

2 × 6のセル構造

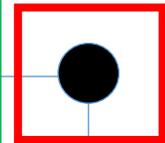
ホーム



エージェントの車両待ち列

車両

エージェントが動くまでの待機場所



# 乗客エージェント

2種類のエージェントを用意

タイプA  
混雑回避型

記憶内の車内人数

20	19	18	17	16
----	----	----	----	----

列に並んでいる人数

1	3	5	7	9
---	---	---	---	---

合計

21	22	23	24	25
----	----	----	----	----

第1車両で待機！

タイプB  
出口場所優先型

降車駅の出口に  
一番近いのは第5車両

第5車両で待機！

# 乗客エージェントの行動フロー



## エージェント発生

出入り口ノードからランダムに出現ノードを決めて発生する。

## 乗車車両決定

- **自分が降りる駅の出口に近い車両へ行きたいエージェント**  
発生した出入り口に隣り合う乗車待ち列のうち、自分が降りる駅の出口に近い車両の待ち列に並ぶ
- **混雑度が低い車両へ行くエージェント**  
記憶している混雑度から一番小さい混雑度の車両の待ち列に並ぶ

# エージェントの行動フロー



## 乗車

駅に電車が到着したら乗車する

## 混雑記憶

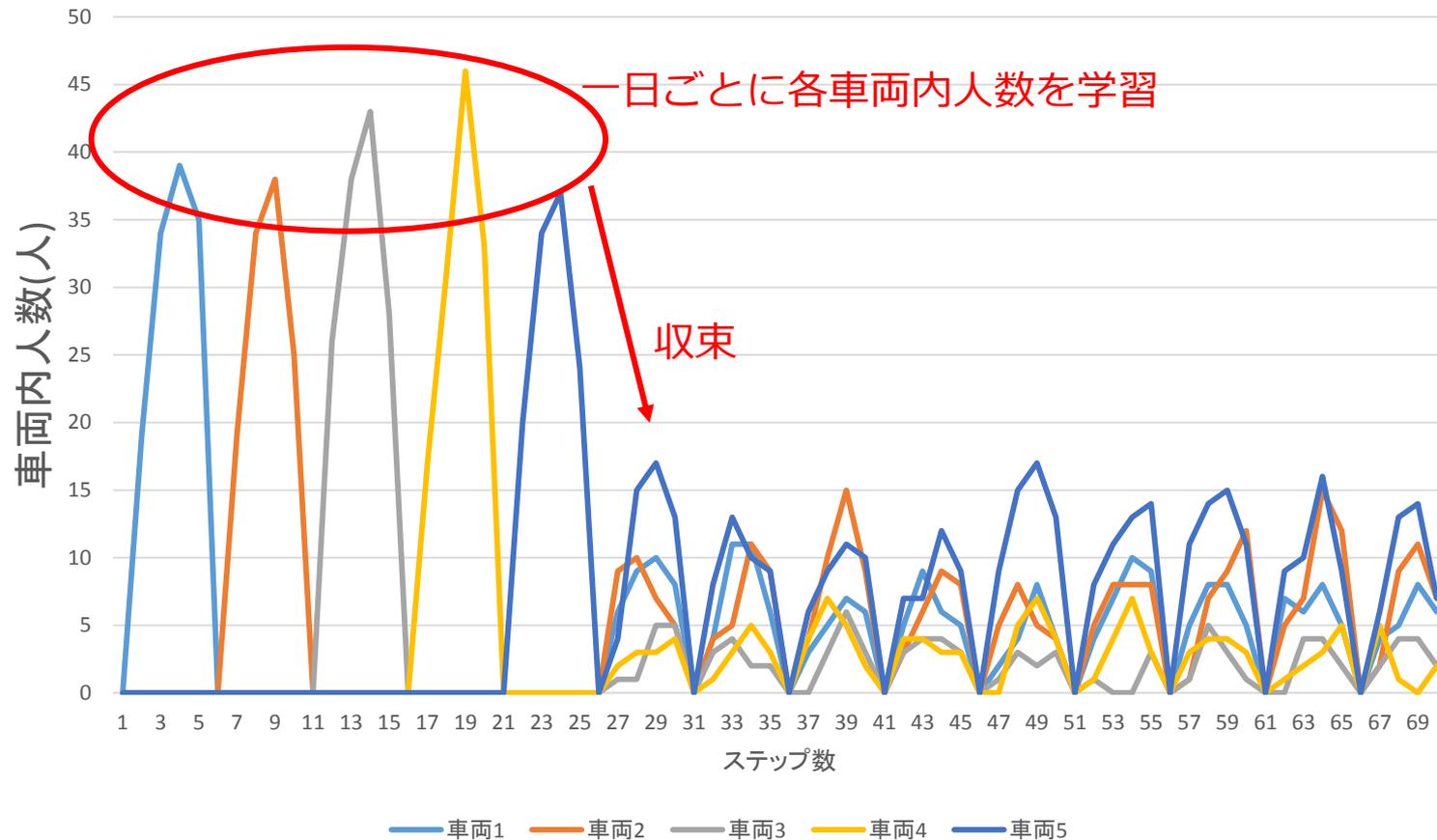
「混雑度=車両に乗るまでに並んでいた人数+乗った後の車両内人数」  
として記憶する  
記憶は1週間ごとに更新される

## 降車

自分が降りる駅に着いたら降車する

# ベリフィケーション

## 各車両内人数



意図通り、車両内人数を学習させることができています

# シミュレーション設定

## パラメータ設定

ステップ数	1400(2週間)
エージェント数	100
駅数	5
各駅の出入り口数	2
エージェントタイプの割合	1:1

## 評価指標

各車両の乗車人数の分散値

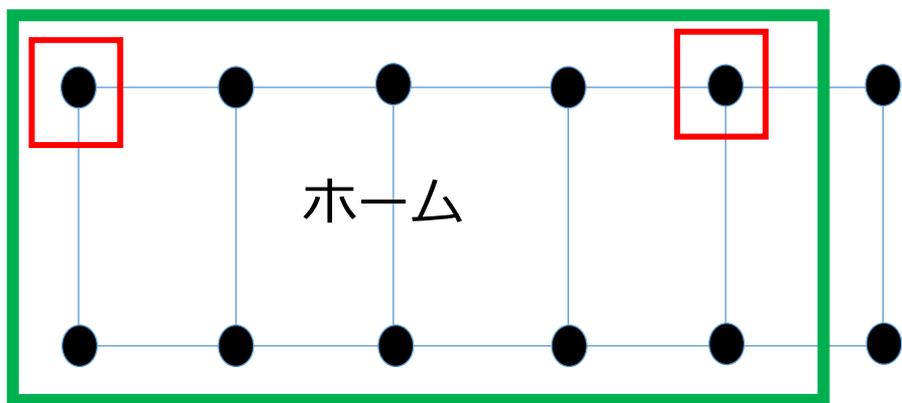
→分散値がおおきいと各車両の乗車人数に偏りがある

→混雑してしまっている

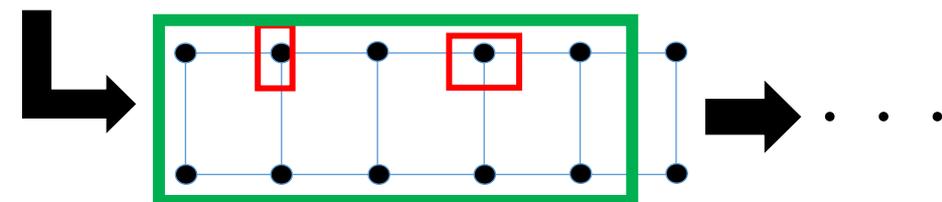
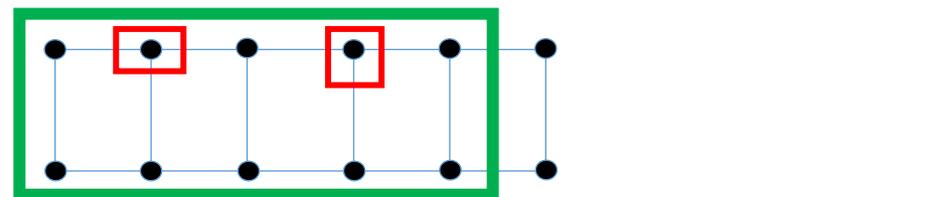
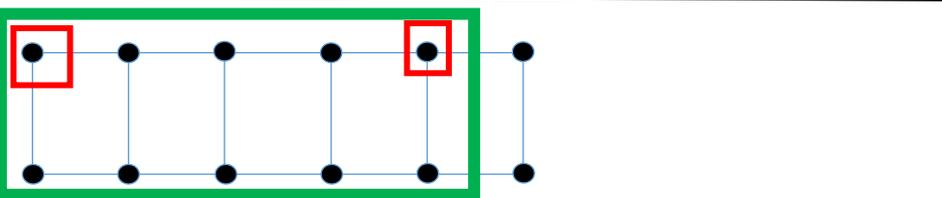
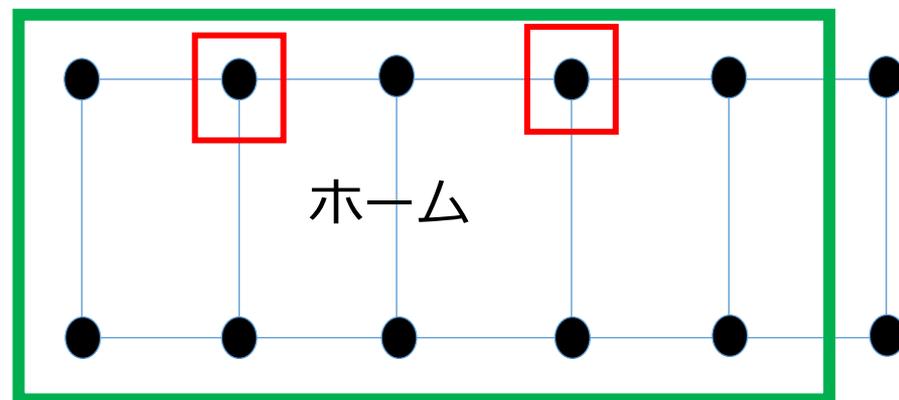
# シナリオ分析

出口の配置を4パターン用意

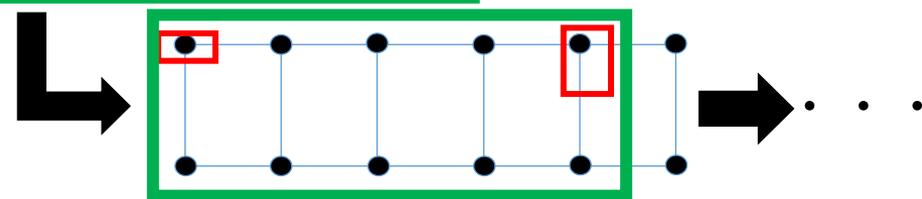
シナリオ1 すべてホームの端



シナリオ2 すべてホーム中央

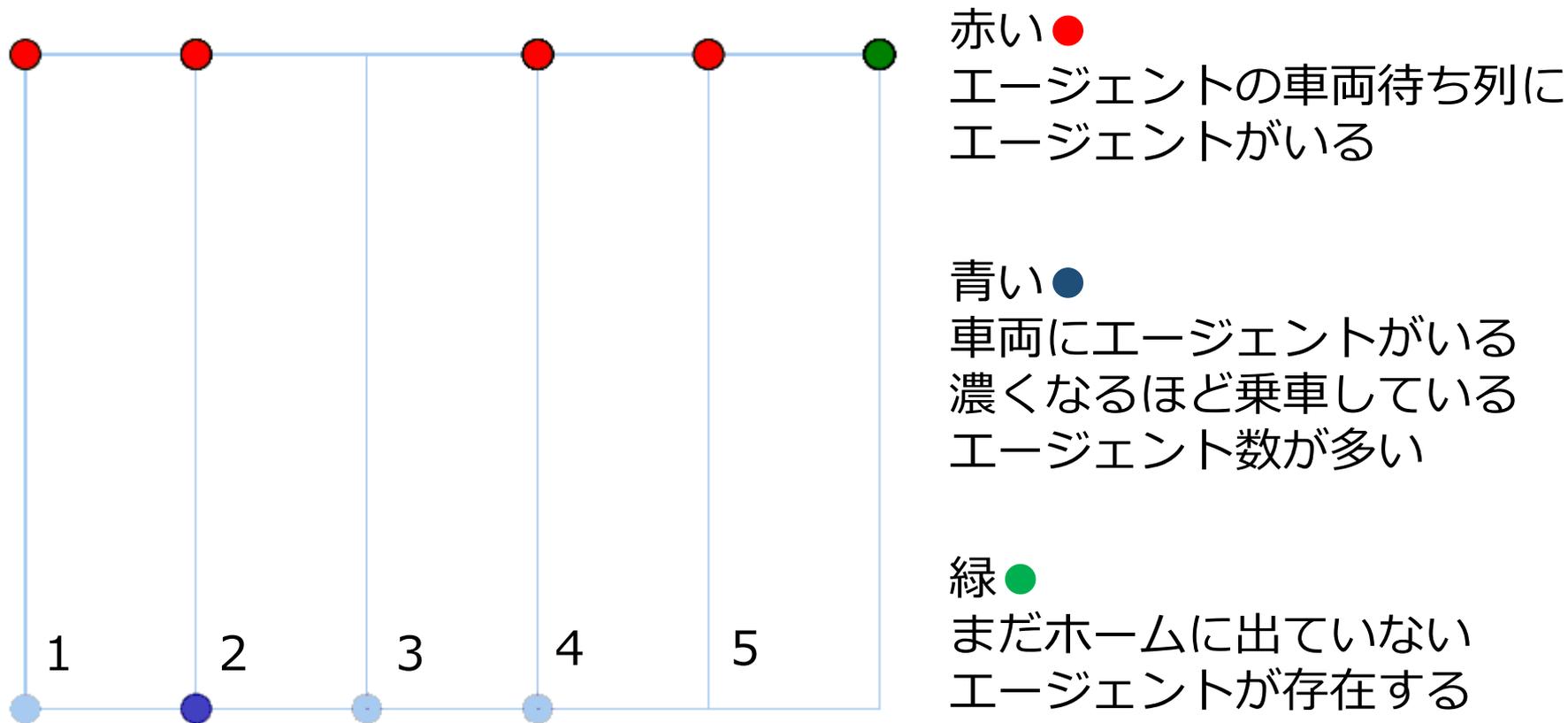


シナリオ3 出口を端→中央→...の順に交互に設置



シナリオ4 出口を中央→端→...の順に交互に設置

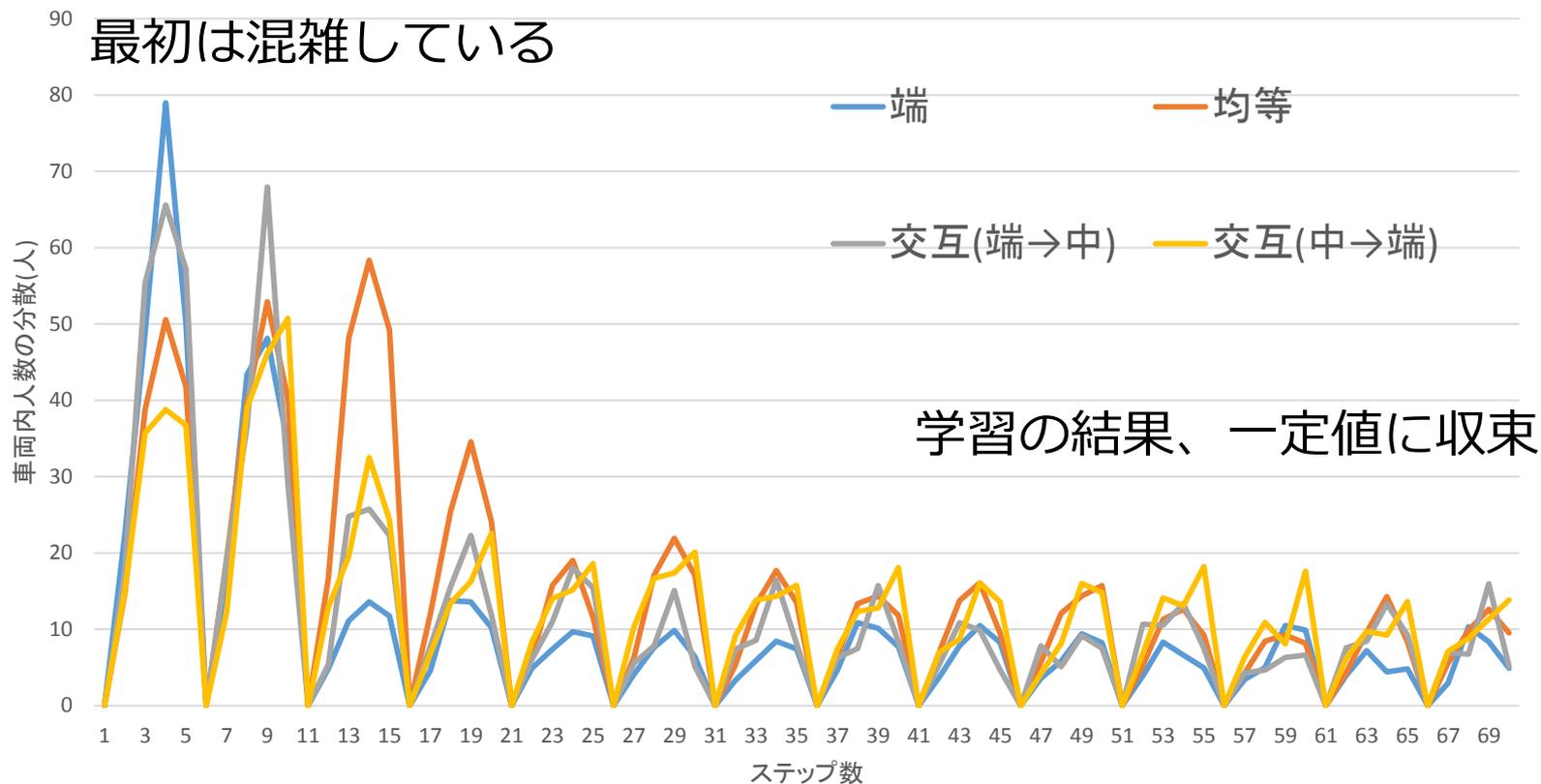
# シミュレーション実行画面



# シミュレーション結果

※10試行平均

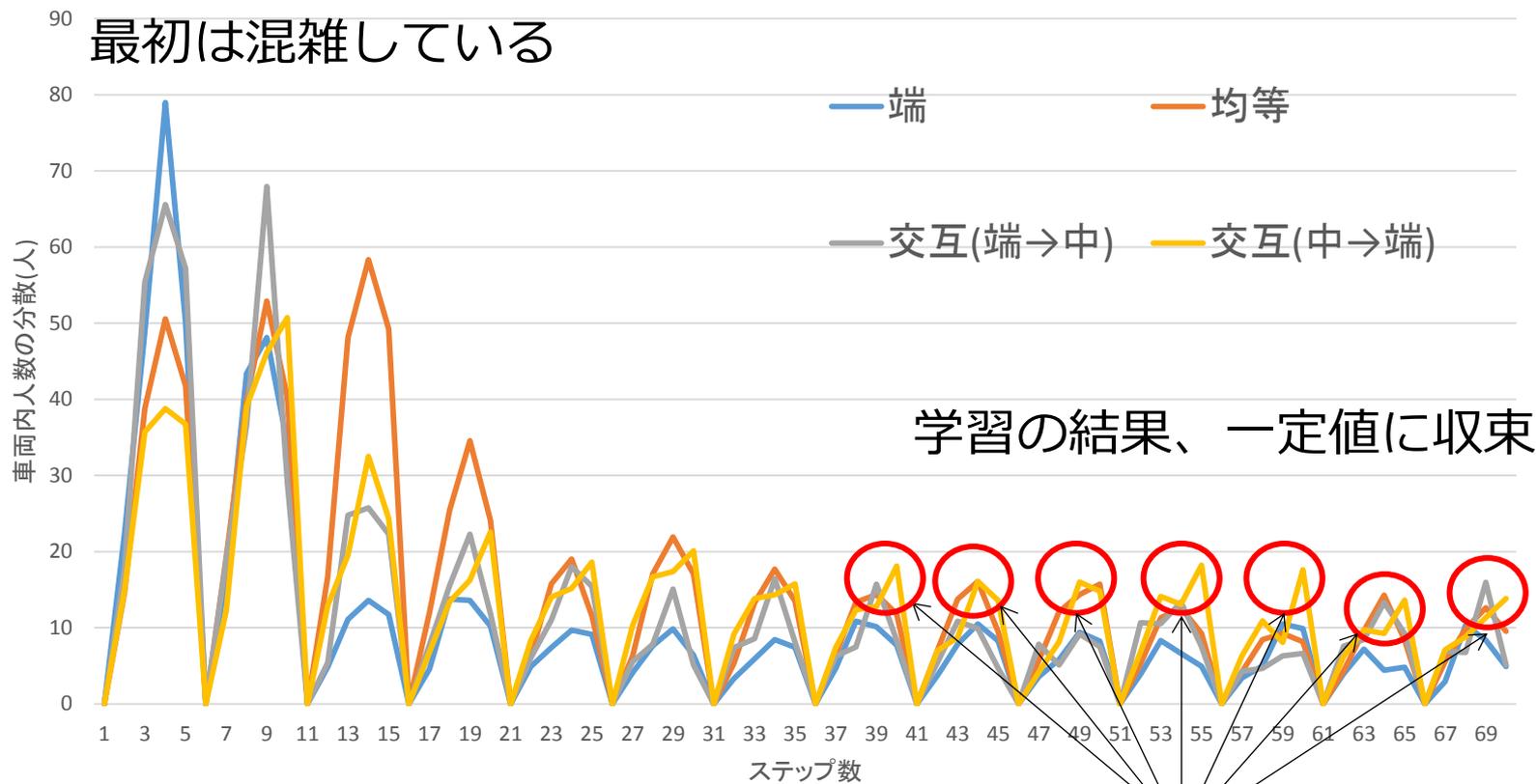
各車両内人数の分散



# シミュレーション結果

※10試行平均

各車両内人数の分散



分散が大きい赤い○箇所に注目

# シミュレーション結果

値が収束した部分のシナリオごとに一番分散が大きくなる  
試行の分散(y軸)の最大値を見た

	端のみ	中央のみ	交互(端→中)	交互(中→端)
分散 の最大値	9.59	13.5	12.15	16.2

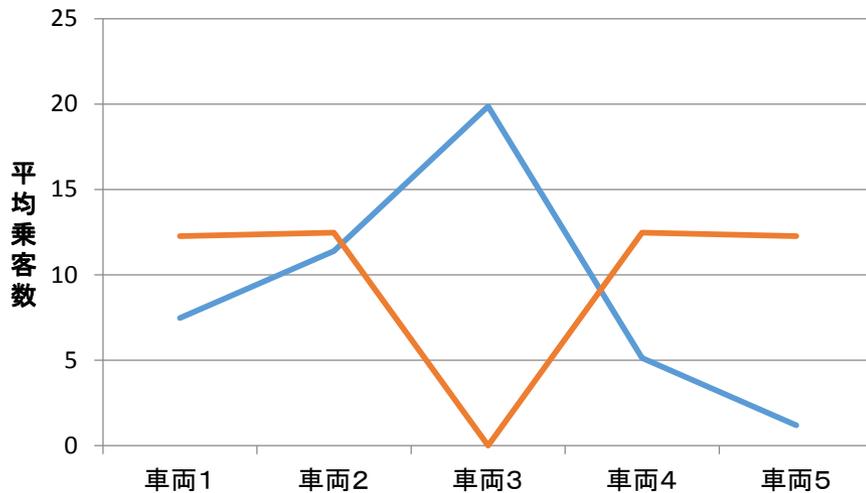
シナリオ端→シナリオ交互(端3中2)→シナリオ中央→  
シナリオ交互(端2中3)  
の順に分散が小さい



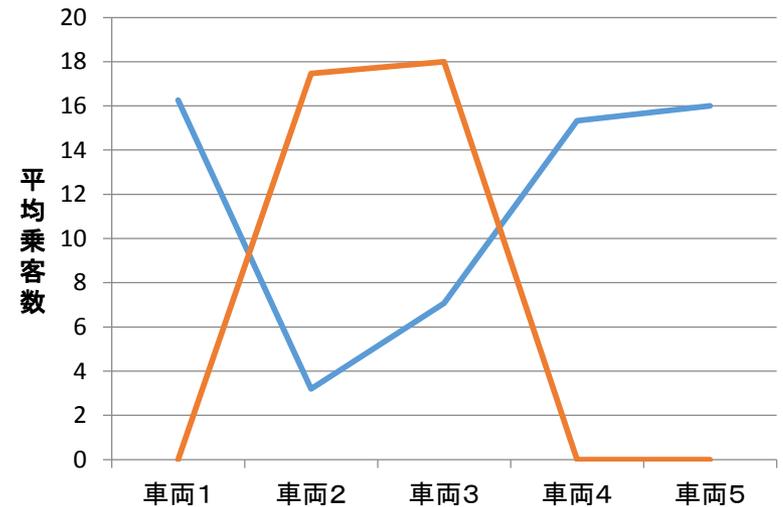
これらの試行についてエージェントのタイプご  
とにどの車両を選択しているかを見る

# 各車両の乗客タイプ数

出口がすべて端



出口がすべて中央

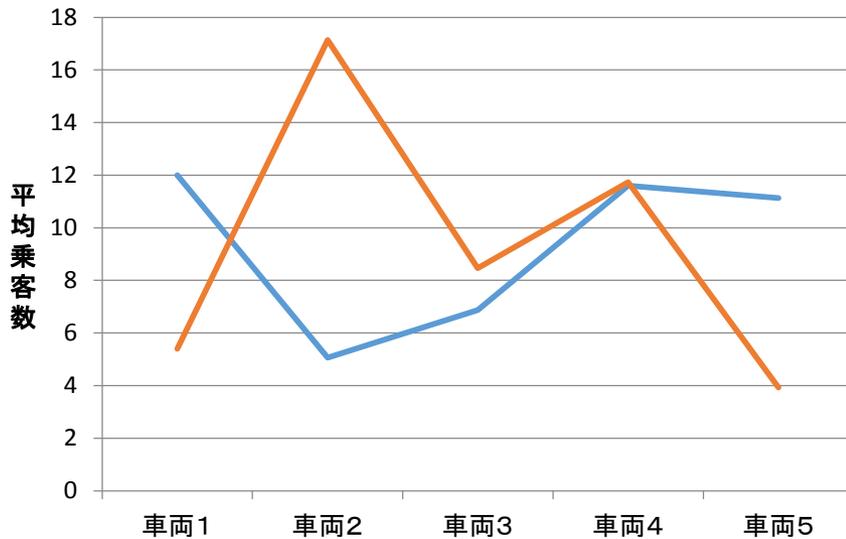


出口優先の人が選ばないところを混雑回避型が選んでいる  
出口優先の人が一部の車両に集中しすぎているため  
出口中央の出口配置のほうが電車内混雑が発生した

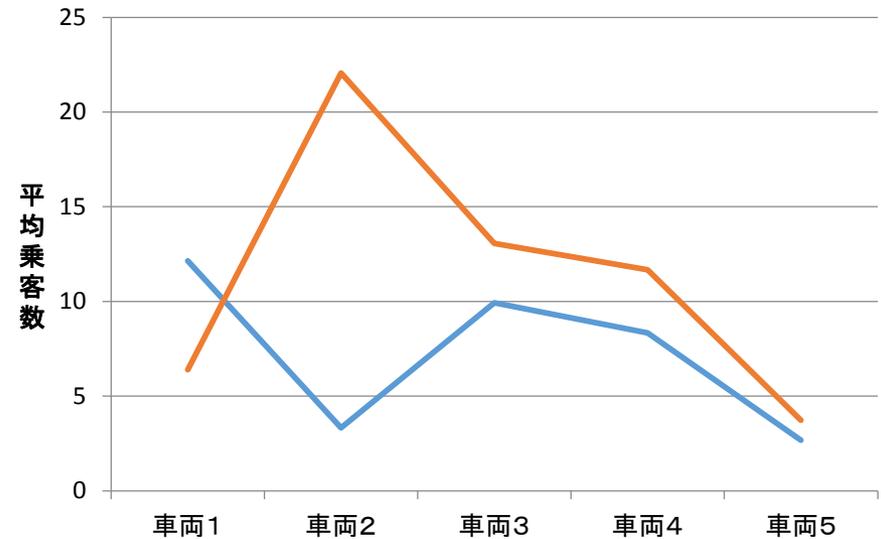
- 混雑回避
- 出口優先

# 各車両の乗客タイプ数

出口が交互(端→中央)



出口が交互(中→端)

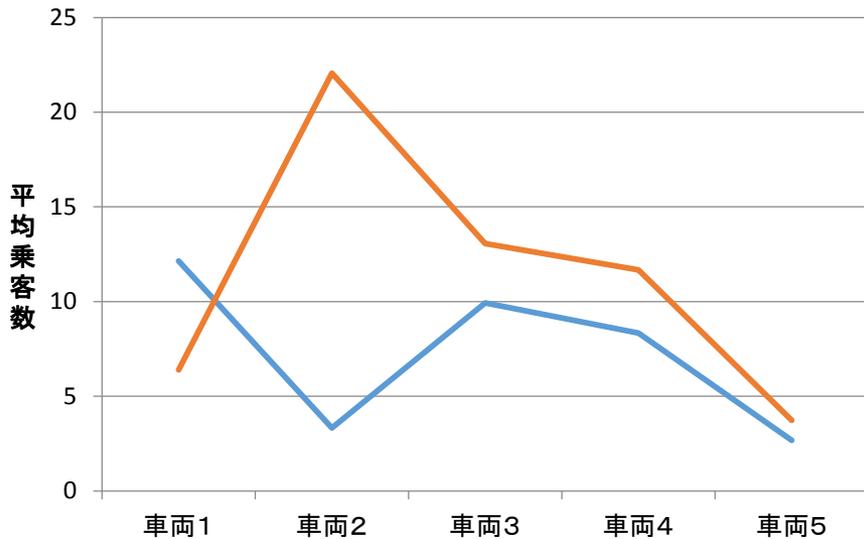


出口優先のエージェントが選ばなかった車両を  
混雑回避エージェントが選ぶと車両混雑度が分散する  
両方のタイプのエージェントが選ばなかった車両の存在  
によって混雑が生まれてしまった  
→車両5のエージェントの記憶の初期値が変化していない

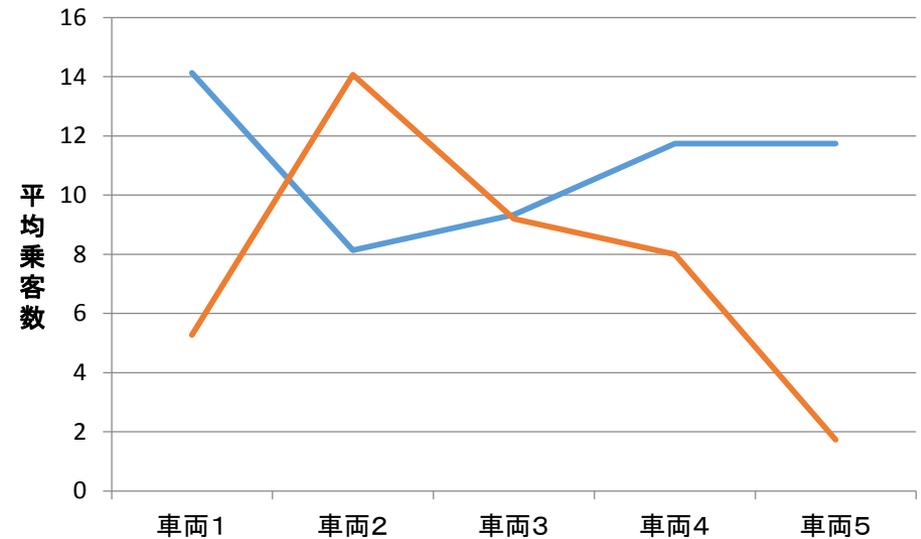
— 混雑回避  
— 出口優先

# エージェントの記憶の初期値

## 車両内人数初期値20



## 車両内人数の初期値 0



先ほどの出口が交互(中→端)

に関して記憶の初期値を全ての車両において0にした

→混雑回避型と出口優先型のトレードオフ関係が見られた

このときの分散値は4.06となった

→出口の配置によっては一度もある車両に乗らなかったために  
最初の混雑率の印象から変化しない車両がある

— 混雑回避  
— 出口優先

# 考察

- 乗客が最初に持っている知識をランダムに設定した場合、出口はすべての駅で同じ場所で揃え、かつ2つの出口の距離が遠いほうが混雑が分散される
- 交互(端→中)と交互(中→端)を比較すると交互(中→端)のほうが車両のばらつきが大きい  
→各駅の出口の配置の仕方によっては、一度も特定の車両に乗らずに最初の印象から変化しない車両が存在してしまう

# まとめと今後の課題

- 今後新たに路線を作り駅をつくる場合、出口を離した設計にするべきである。
- 今後の課題
  - ✓ どのような出口配置のときに一度も特定の車両に乗らずに最初の印象から変化しない車両が存在してしまうのか検証を行う
  - ✓ 今回分析しなかった出口が隣り合っている場合や、エージェントのタイプの割合を0.1刻みで感度分析した場合の結果を分析したい

# 参考文献

- 国土交通省,主要路線の混雑率

[http://www.mlit.go.jp/tetudo/toshitetu/03\\_03.html](http://www.mlit.go.jp/tetudo/toshitetu/03_03.html) アクセス日2017年01/25

- セルオートマトンを用いた駅ホームでの滞留現象の分析,下原祥平,谷浦聡,土木計画学研究・講演集,pp.I(63),2003