

# 利用者数増加による茗荷谷駅の混雑シミュレーション

富山 奈那 (指導教員：浅本 紀子)

## 1 はじめに

新型コロナウイルス感染症が収束に近づいている現在、お茶の水女子大学の最寄駅である丸の内線 茗荷谷駅の利用者数は2019年の水準まで戻ろうとしている。また昨年4月に中央大学が新たに茗荷谷キャンパスを開設するなど、駅周辺の教育機関は増加しており、茗荷谷駅の需要は一層高まっている。私は「茗荷谷駅が現在の構造を維持したまま、利用者数の増加にどこまで対応可能なのか」を疑問に思い、本研究に取り組みもうと考えた。本研究では、茗荷谷駅が最も混雑する朝の通勤ラッシュの時間帯におけるコンコース階の人流に着目し、検証を行う。

なお、シミュレーションの手法はMAS(Multi Agent Simulation)を用い、シミュレータは(株)構造研究所のartisoc Cloudを用いる。

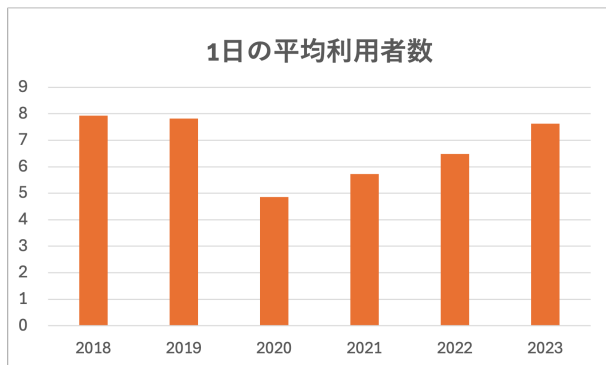


図 1: [4] を参考に作成した茗荷谷駅の利用者数 (縦軸... 利用者数 (万人), 横軸... 年度)

## 2 MAS

MASとは、複数のエージェントを用いた仮想実験を意味する。エージェントとは、自分の周囲の状況を認識し、それに基づいて一定のルールのもとで自律的に行動する主体を指す。交通渋滞や鳥の群れなどといったマクロな現象を、それらのエージェントの相互作用が積み重なった結果と捉え、その仕組みを解析するのに適した手法がMASである。



図 2: 春日通り方面



図 3: 小日向4丁目方面

## 3 現地調査の結果

茗荷谷駅が最も混雑する朝の通勤ラッシュの時間帯に現地調査を複数回行い、そこで得られた茗荷谷駅の様子を以下にまとめる。

### 3.1 電車

各方面の電車は最短2分間隔で運行している。また各方面に向かう電車の開閉ドアが開くタイミングは30秒程度の差がついていた。

### 3.2 出場者

池袋方面の列車と後楽園方面の電車の降車客はほぼ等しい。また各方面に向かう電車が30秒差で到着した際には最大で300人程度が春日通り方面改札から出場しており、そこでの混雑は1分半程度で解消する。また小日向4丁目方面改札から出場するのは最大でも25人程度で、そのほとんどが小日向4丁目方面改札付近に位置する階段を利用していった。

### 3.3 入場者

春日通り方面改札は1秒に1人のペースで利用者が通過していた。また茗荷谷駅前交差点の信号が1分半間隔で変わっており、信号が青になったタイミングで最大で50人程度の利用者が一気に春日通り方面改札に流れ込む。一方で小日向4丁目方面改札付近は交差点などがなく、3秒に1人のペースで利用者が通過していた。

## 4 本研究の状況設定について

本研究は現在の茗荷谷駅で処理ができる利用者数の最大値を検討するものであるため、朝の通勤ラッシュの時間帯に、各方面の電車の到着による出場と茗荷谷駅前交差点の信号利用者による入場が同時に発生するという、最も混雑する状況を想定した。「次の電車の降車客による改札前の混雑開始時に、前の電車の降車客が改札を通過できていない場合」を「最大捌け人数を超えた」と定義し、その最大捌け人数について降車客の人数を変更をしながら検討する。また以下に示した各設定については、現地調査や先行研究に基づき決定した。

### 4.1 空間の設定

1マス(30cm×30cm)のタイル1枚分と捉えてコンコース階の構造を再現した。改札は春日通り方面に6つ、小日向4丁目方面に3つ設置されている。また右側の階段及び上りエスカレーターは池袋方面のホーム、左側の階段及び上りエスカレーターは後楽園方面のホームに接続している。階段横のミニ売店やATMは簡単のため、トイレやエレベーターは利用者の少なさのため考慮しないこととし、構造には反映していない。

改札にはそれぞれ入場専用、出場専用、入出場可能なものがある。入出場可能な改札については全て専用改札と仮定して検討する。具体的には春日通り方面改札は図2の右側2つの改札を入場専用、他を出場専用改

札とした。小日向4丁目方面改札については図3の中央の改札を入場専用、他を出場専用改札とした。そしてシミュレーションの1ステップは1秒とする。

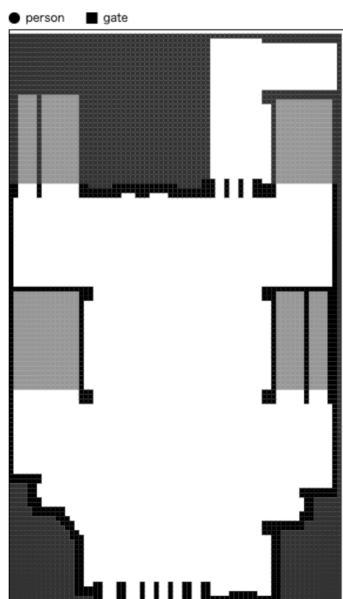


図 4: 空間設定

#### 4.2 歩行者共通の設定

歩行速度は女性  $1.42 + \sigma$  (m/s), 男性  $1.52 + \sigma$  (m/s) ( $\sigma$ は平均0, 標準偏差0.2の正規分布に従う乱数)とし, 男女の発生確率は等しく, 人体円は共通して50(cm)とした。そして人がいる方向を避けて進行するため, 視野範囲は進行方向ベクトルを中心に半径  $R(=1$  秒間の歩行距離)の左右60度を確認している。また朝の通勤ラッシュの時間帯においてトイレやエレベーターを利用する人物は限りなく少ないことから, 本研究では無視する。

#### 4.3 出場者の設定

各電車の降車客は階段や上りエスカレーターからガンマ分布に基づいて発生するものとし, 86%が春日通り方面改札へ, 14%は小日向4丁目方面改札へ向かう。また上りエスカレーターの利用者は降車客の25%とした。なおその他の降車客は階段を利用し, 各階段はそれぞれ等しい割合で利用されるものとする。そして同じ電車の降車客について, コンコース階に最初に到達する人と最後に到達する人の差は1分と仮定した。各改札の同時に通過できる人数は, 春日通り方面改札は1秒に6人まで, 小日向4丁目方面改札は1秒に3人までとする。

#### 4.4 入場者の設定

春日通り方面改札からは1秒に1人が入場。また茗荷谷駅前交差点の信号が変わった際に50人程度が順次入場する。入場した人数のうち9割は後楽園方面の最も近い階段に向かい, 残る1割は他の階段に向かう。一方で小日向4丁目方面改札からは3秒に1人が入場し, 必ず小日向4丁目方面改札に近い階段を利用する。

## 5 各改札の捌け人数の検証

降車客全員が一方の改札を利用するように条件を変更し, 10回ずつ検証した結果を以下に示す。ここでの出場者数は, 各電車の降車客でその改札を通過する合計人数を表すものである。

### 5.1 春日通り方面改札

出場者数	670人	680人	690人	700人
捌けた	100%	100%	90%	70%
捌けていない	0%	0%	10%	30%

以上の結果より, 春日通り方面改札で処理できる最大の捌け人数は680人であると結論づけた。

### 5.2 小日向4丁目方面改札

出場者数	240人	250人	260人	270人
捌けた	100%	100%	70%	60%
捌けていない	0%	0%	30%	40%

以上の結果より, 小日向4丁目方面改札で処理できる最大の捌け人数は250人であると結論づけた。

## 6 茗荷谷駅の最大捌け人数

現状のモデルから降車客の人数のみ10人単位で変更して10回ずつ実行を行ったところ, 春日通り方面改札が先に最大捌け人数に達した。結果を以下に示す。

各降車客	350人	360人	370人	380人
捌けた	100%	100%	90%	80%
捌けていない	0%	0%	10%	20%

以上の結果より, 茗荷谷駅の利用者の利用改札の割合が変化しなかった場合, 最大捌け人数は各電車の降車客が360人に達した時で, その要因は春日通り方面改札の通過人数が最大捌け人数に達するからであると結論づけた。

## 7 おわりに

本研究では, 茗荷谷駅の朝の通勤ラッシュの時間帯において, 単純に降車客が増加した場合の最大捌け人数を検証した。現地調査を踏まえると, 仮にダイヤが乱れて各方面の電車が同時に到着するようなことがあったとしても, 今回作成したモデルにおいては現在の状況は最大捌け人数よりも余裕がある状態であることがわかった。今後は出場者の利用する改札の割合を変更した場合や入場者数を増加させた場合, そして入出場可能な改札を設定した場合など, より多様なシチュエーションを加味した駅の最大捌け人数についても検討していきたい。

## 参考文献

- [1] 荒川玲佳, MASによる茗荷谷駅の混雑解消のためのモデリング, お茶の水女子大学理学部情報科学科卒業研究, 2018
- [2] 玉田瑛子, MASを用いた歩きスマホの『迷惑さ』の測定, お茶の水女子大学理学部情報科学科卒業研究, 2019
- [3] 山影 進, 人工社会構築指南 — artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門, 2007
- [4] 東京メトロ ホームページ, 各駅の乗降人員ランキング, <https://www.tokyometro.jp> (2024年12月12日閲覧)