

# MASを用いた歩きスマホの『迷惑さ』の測定

玉田瑛子 (指導教員：浅本紀子)

## 1 はじめに

スマートフォンが普及した近年、歩きスマホ(歩きながらスマートフォンを操作すること)が原因の事故が増え、大きな社会問題となっている。そこで私は、“人混みの中で歩きスマホが数人いることによって、全体にどう影響し社会の非効率が生まれるか?”ということの研究したいと考えた。本研究では、混雑度の高い状況下を想定して群集歩行の様子をシミュレーションすることで、歩きスマホをしている『歩きスマホ者』が、歩きスマホをしていない『基本歩行者』にかける『迷惑さ』を測定する。

また、シミュレーションは(1)基本モデル、(2)茗荷谷駅モデルの2つのモデルで行う。(1)基本モデルでは2方向の群集流が向き合う対向流、(2)茗荷谷駅モデルでは茗荷谷駅コンコース階での群集歩行流を想定し、検証を行う。(2)の空間設定は関連研究[1]を参考にする。

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)構造計画研究所のartisocを利用する。

## 2 歩行者の設定

### 2.1 基本歩行者の設定

歩きスマホをしていない歩行者を『基本歩行者』として[2][3]を参考に、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)、人体円平均を50(cm)、視野範囲は進行方向ベクトルを中心に左右60度、半径 $R(=1.5\text{m})$ の扇形内と設定する。(図1)

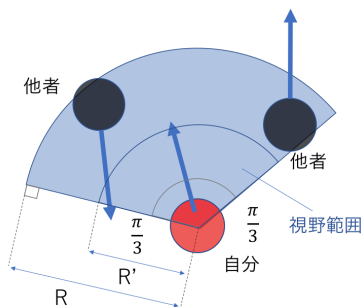


図1：基本歩行者の視野

回避行動ルールについては、1ステップ=1秒として、毎ステップ自分の至近距離(半径 $R' = 1.0\text{m}$ )内と扇形視野(半径 $R = 1.5\text{m}$ )内の『対向者(進行方向が対向方向である人)』、『同方向者(進行方向が同じ方向である人)』の有無情報を取得し、[①至近距離内の対向者を回避→②扇形視野内の左側・正面・右側の3区域で対向者の人数が最小の方向へ方向転換→③前方を歩く同方向者との衝突を回避]という順で回避を行う。

ここで“視野内の他者の進行方向”は、他者の進行方向ベクトルと自分の進行方向ベクトルのなす角度を $\theta$ とした $\cos \theta$ の値によって、また“他者が視野内のどの区域にいるか”は、自分の進行方向ベクトルと、自分か

ら他者への方向ベクトルとの角度を $\phi$ とした $\arctan \phi$ を算出することによってそれぞれ判定する。そして全ての回避において、決定した進行方向の視野内に他者が存在する場合は減速する。

さらに、歩きスマホをする歩行者を『歩きスマホ者』、歩きスマホをする対向者と同方向者をそれぞれ『対向スマホ者』、『同方向スマホ者』とする。視野内に歩きスマホ者が存在する場合、回避を行う優先順序は、[①対向者→②対向スマホ者→③同方向スマホ者→④同方向者]と設定する。そして歩きスマホ者と衝突後、2ステップ静止することとする。

### 2.2 歩きスマホ者の設定

次に歩きスマホ者の行動ルールは、既存研究[4]を参考に、歩行速度は基本歩行者の70%、視野半径 $R = 1.0\text{m}$ とする。また、一般的に歩きスマホ者は歩行速度が基本歩行者よりも遅いため、同方向者を追い抜く可能性は考えない。従って回避を行う優先順序は、[①対向者→②対向歩きスマホ者]としている。

## 3 『迷惑さ』の評価

評価条件として混雑空間を想定し、人口密度を0.7-1.1(人/ $\text{m}^2$ )と設定した。総歩行者に対する、歩きスマホ者率を0%、10%、20%、30%、40%、50%とする6パターンの場合においてシミュレーションを実行し評価を行う。

評価項目は、『減速率』、『衝突率』、『方向転換率』、『所要時間』の4つである。ここでの『減速率』は、その1ステップ(=1秒)で減速した人数を全体の人数で割った値を、定めたステップ数計測し、その平均をとった値とする。つまり“毎秒空間内の基本歩行者の何%が減速しているか”の平均値である。『衝突率』は、“毎秒空間内の基本歩行者の何%が歩きスマホ者と衝突しているか”、『方向転換率』も同様に“毎秒空間内の基本歩行者の何%が方向転換しているか”の平均値を算出する。そして歩きスマホ者の存在が基本歩行者にかける『迷惑さ』の度合いを、本研究では『所要時間』、つまり“基本歩行者が目的地に到達するまでの所要時間”で測ることを試みる。

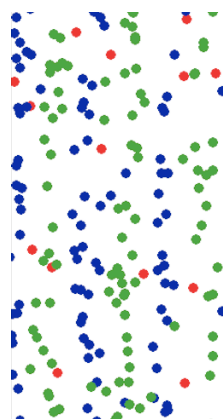


図2：基本モデル



図3：茗荷谷駅モデル

(※赤...歩きスマホ者)

## 4 シミュレーション結果

### 4.1 基本モデル

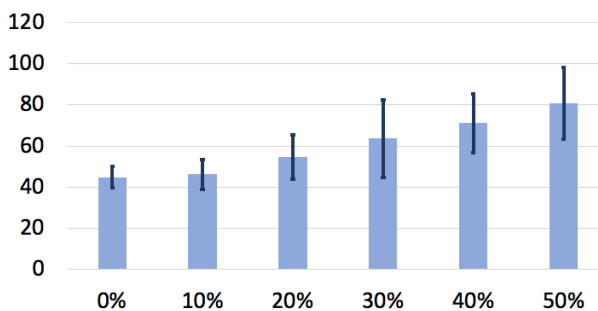
モデルは縦 10(m)×横 50(m) の 2 次元空間である。通勤ラッシュ時の駅の乗り換え通路のような場所を想定し、2 方向の群集流が向き合う対向流を再現した(図 2)。この場合、歩行者は対向者との錯綜を避けようとして縞模様を形成すると言われ、実測研究でもそれが観察されている。所要時間に関しては、100 ステップ間に目的地まで到達した基本歩行者全ての『所要時間(秒)』の平均値(表 1)、最大値、最小値、標準偏差(表 2・図 4)を計測・算出した。(有効数字は 3 桁)

表 1: 結果 基本モデル

歩きスマホ	減速率	衝突率	方向転換率	平均時間
0 %	16.6 %	0.00 %	46.4 %	44.9 秒
10 %	40.9 %	7.67 %	51.1 %	46.2 秒
20 %	53.8 %	15.1 %	50.2 %	54.6 秒
30 %	61.1 %	22.1 %	47.6 %	63.6 秒
40 %	64.7 %	25.3 %	43.5 %	71.2 秒
50 %	71.9 %	33.0 %	41.2 %	80.7 秒

表 2: 所要時間(秒) 基本モデル

歩きスマホ	平均値	最大値	最小値	標準偏差
0 %	44.9	67	32	5.35
10 %	46.2	86	32	7.16
20 %	54.6	134	35	10.7
30 %	63.6	187	40	18.9
40 %	71.2	152	42	14.3
50 %	80.7	161	44	17.4



(縦軸... 時間(秒), 横軸... 歩きスマホ発生率(%))

図 4: 基本モデル所要時間

### 4.2 茗荷谷駅モデル

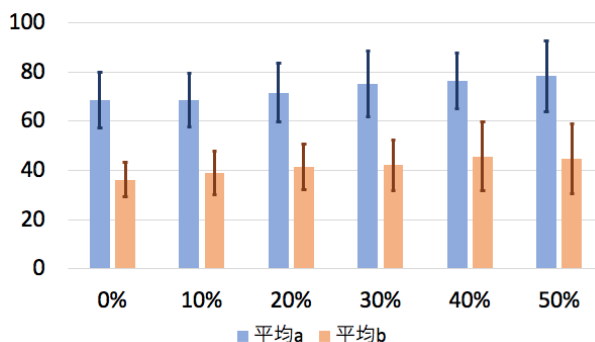
モデル空間は関連研究 [1] を参考に、駅の床の 30(cm) × 30(cm) の正方形タイルを 1 格子として、縦 120 × 横 68 の 2 次元空間で再現する(図 3)。混雑時に乗車客は常に途切れないものとし、上り降車客と下り降車客を 1 分間隔で発生させる。なお本研究では、対象を乗降客の殆どが利用するお茶の水女子大学方面の 6 つの改札の利用客に限り、シミュレーションを実行する。所要時間に関しては、ホーム出入口から改札への距離で乗降客 a・b の 2 種類に分け、240 ステップ間において基本モデルと同様に計測を行った。(表 3・表 4・図 5)

表 3: 結果 茗荷谷駅モデル

歩きスマホ	減速率	衝突率	方向転換率	平均時間 a	平均時間 b
0 %	26.9 %	0.00 %	25.1 %	68.8 秒	36.4 秒
10 %	28.5 %	3.25 %	23.8 %	68.7 秒	39.0 秒
20 %	29.8 %	5.43 %	22.7 %	71.6 秒	41.4 秒
30 %	30.0 %	6.67 %	20.7 %	75.2 秒	42.3 秒
40 %	28.7 %	7.61 %	18.2 %	76.4 秒	45.7 秒
50 %	27.9 %	7.65 %	16.6 %	78.3 秒	44.7 秒

表 4: 所要時間(秒) 茗荷谷駅モデル

歩きスマホ	平均 a	標準偏差 a	平均 b	標準偏差 b
0 %	68.8	11.3	36.4	6.97
10 %	68.7	10.9	39.0	8.85
20 %	71.6	11.9	41.4	9.29
30 %	75.2	13.5	42.3	10.3
40 %	76.4	11.3	45.7	14.0
50 %	78.3	14.5	44.7	14.3



(縦軸... 時間(秒), 横軸... 歩きスマホ発生率(%))

図 5: 茗荷谷駅モデル所要時間

## 5 まとめと今後の課題

2 つのモデル共に、歩きスマホ者の発生率が上がるほど、目的地までの所要時間の平均・標準偏差の値が大きくなる場合が多かった。歩きスマホ者の存在によって群集全体の歩行速度は遅くなっている。また、歩きスマホ者による影響を受けて歩行速度が遅くなる基本歩行者もいる一方で、逆に歩きスマホ者によって安定した群集対向流が乱れ、空いたスペースを運よく歩行できたため歩行速度があまり変わらない基本歩行者もいるということである。

今後は、数人横並びで歩く乗降客などエージェントの特徴や行動ルールをより具体的なものにした実装を目指す。

### 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] 浅野美帆, 桑原雅夫: 先読み行動を考慮した歩行者交通流シミュレーション, 2007
- [3] 松本麻美, マークミスカ, 桑原雅夫: 交錯交通及び混雑時における歩行者属性に応じた挙動の観察, 2009
- [4] 小塚一宏: 歩行中・自転車運転中の“ながらスマホ”時の視線計測と危険性の考察, 2016