

エージェントベースモデリングを用いた避難所における感染症拡大防止策の検討

東北大学工学部 学生会員 ○小山 継実
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 マス エリック
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 越村 俊一

それぞれ10%, 50%, 40%の割合で存在している。各エージェントの1日の行動は以下の通りである。

- 食事（3回）
- トイレ（3～5回）
- ミーティング（1～2回）

また、感染要件は以下の通りである。

- すれ違い
- トイレ
- ミーティング
- 家族間（パターン2, 3）

それぞれにおける感染率は、Ueki *et al.*(2020), Klompas *et al.*(2020), Chu *et al.*(2020)などを参考に、以下の表-2のように設定した。

表-2 感染率 (%) (大人)

すれ違い	トイレ	ミーティング	家族間
0.6	5	5～15	20

ミーティングについては、感染者との接触時間に応じて感染率が増加する。また、感染対策として、本研究ではマスクとソーシャルディスタンスを考慮した。マスクの有無による感染率の変化は以下の表-3の通りである。

表-3 マスクの有無による感染率の変化

	感染者マスク有	感染者マスク無
非感染者マスク有	0.25	0.6
非感染者マスク無	0.3	1

また、ソーシャルディスタンスを取る場合、感染率は0.4倍になるとした。そして、全体として、子どもは0.3倍、高齢者は1.3倍とした。

1. はじめに

新型コロナウイルス(COVID-19)の流行が拡大している状況下で、大規模な災害が発生すると、避難所に多くの人が集まり、「密」な状態となり、そこに感染者がいれば、感染が拡大するおそれがある。このような事態を防ぐために、実際に災害が起こる前に、避難所の運営方法などについて検討する必要がある。

そこで、本研究では、エージェントベースモデルを用いて、避難所での避難者の行動をモデル化し、避難スペースの配置や、感染対策の有無などの違いにより、感染がどの程度拡大するのか検証し、その上で、避難所における感染拡大防止について検討することを目的とした。

2. シミュレーション条件

(1) 環境

避難所として、広さ35m×25mの一般的な体育館程度の場所を想定した。

避難所のレイアウトとしては3パターン用意した。それぞれの特徴は以下の表-1の通りである。

表-1 各レイアウトの特徴

パターン	総人数	一人当たりのスペース(m ²)
1	42	4
2	60	4
3	206	2

パターン1と2は、避難者の各スペースに仕切りを設けている。パターン1は、1つのスペースに1人、パターン2は、1つのスペースに2人入っている。パターン3は、従来のような、個別の仕切りはなく、人が密集している状況を表している。

(2) エージェント

エージェントは、子ども、大人、高齢者の3種類に分け、

キーワード: エージェントベースモデル, 災害対応, 避難所, 新型コロナウイルス, COVID-19, SARS-CoV-2

連絡先: 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 E302, TEL: 022-752-2082, FAX: 022-752-2083

感染者は、潜伏期間が設定され、感染してからその期間が過ぎると、隔離（シミュレーションから削除）される。COVID-19の潜伏期間は、平均5〜7日、最大14日とされており、症状が出る2日ほど前からウイルスを移すとされる(WHO)。そこで、本研究では、感染に関して同様の条件を設定した。

初期に感染しているエージェントを1人設定し、そのエージェントは、最初からウイルスを移し、開始から2日でシミュレーションから削除される。

3. 結果と考察

シミュレーションは、14日間として行った。

各パターンの感染者の推移を以下に示す。感染対策の有無による違いをよりはっきり見るため、パターン1と2では、マスクやソーシャルディスタンスの実行率は100%、パターン3では0%としたものを示す。なお、いずれの感染者数も、5回のシミュレーションの平均値である。

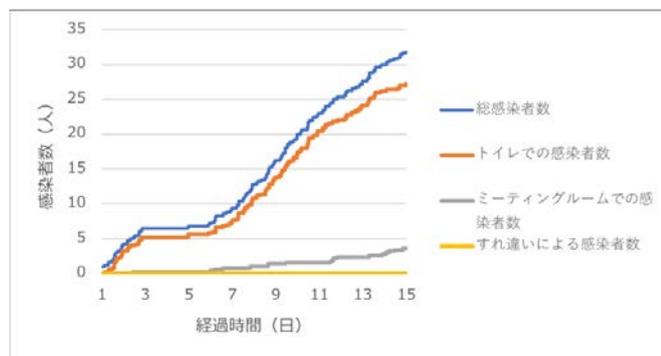


図-1 パターン1（感染対策有）における感染者数の推移

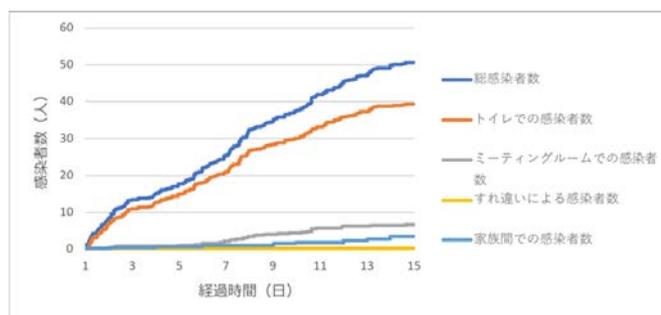


図-2 パターン2（感染対策有）における感染者数の推移

図-3を見ると、感染対策を行わない従来のような避難所では、1週間程度ではほぼ全員が感染するという結果になった。また、いずれの場合も、トイレでの感染が大きな割合を占めていることがわかる。トイレは、多くの人が使う場所であり、また何度も使われることから、感染源になりやすいと考えられる。実際の避難所では、衛生状態が悪くなりやすいこともあり、トイレでの感染対策

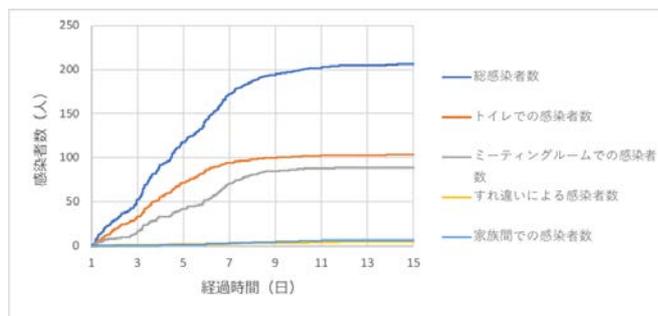


図-3 パターン3（感染対策無）における感染者数の推移を十分に行うことが大切であるといえる。

一方、感染確率を高め設定した家族間感染について、あまり見られないという結果になった。パターン3では特にミーティングルームでの感染が多く、同じスペースにいる家族からの感染が直接的な原因となることは、避難所においては多くないと考えられる。

4. おわりに

本研究では、災害避難所にCOVID-19の感染者がいた場合の感染拡大の様子を、いくつかのパターンで検証した。感染対策を行うことの重要性が改めて明らかとなった。

本研究で用いたシミュレーションは、行動パターンが確率的に表されるなど比較的簡易的なものである。また、実際の避難所では、すべての人がずっととどまるわけではなく、災害の度合いに応じて段階的に人が増えたり減ったりする。COVID-19については、未だその感染力などが研究途上である。以上のようなことを鑑み、より現実的なモデルを構成していくことが、今後の課題である。

参考文献

Ueki H, Furusawa Y, Iwatsuki- Horimoto K, Imai M, Kabata H, Nishimura H, Kawaoka Y., Effectiveness of face masks in preventing airborne transmission of SARS-CoV- 2. mSphere 5:e00637-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00637-20.>, 2020.

Michael Klompas, Meghan A. Baker, Chanu Rhee, Airborne Transmission of SARS-CoV-2 Theoretical Considerations and Available Evidence, American Medical Association.JAMA,vol.324, pp.441-442, 2020.

Derek K Chu, Elie A Akl, Stephanie Duda, Karla Solo, Sally Yaacoub, Holger J Schünemann, Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis www.thelancet.com, vol.395, pp.1973-1987, 2020.

World Health Organization, Coronavirus disease (COVID-19), <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>