

中央大学後楽園キャンパス 3 号館における避難シミュレーション

金山 陽希

中央大学理工学部情報工学科 鳥海研究室

2020 年 3 月

あらまし: 本論文ではマルチエージェントモデルを用いて、中央大学後楽園キャンパス 3 号館における経路障害発生も考慮した地震発生時の避難シミュレーションを行う。シミュレーションで様々な条件を変えながら避難時間を比較し、3 号館における避難方法の妥当性を考察する。

キーワード: マルチエージェントシミュレーション、ソーシャルフォースモデル、避難経路

1 はじめに

1.1 研究の背景

1968 年十勝沖地震があり、筆者の親族は青森県で被災している。当時その親族は小学校 4 年生で、地震が発生した際も小学校にいた。筆者の身近な人が学校で被災していることから、現在筆者が通っている中央大学ではどのようなことになるのか知りたいと考えた。

1.2 研究の目的

地震が起きた際、中央大学後楽園キャンパス 3 号館における避難完了にかかる時間をシミュレーションで条件を変えながら比較し考察する。

2 マルチエージェントモデル

2.1 マルチエージェントモデルとは

マルチエージェントモデルとは、複数のエージェントがお互いに作用しあいながら行動するのを表現することに適したモデルである。本研究で行う避難シミュレーションでは、複数のエージェントが互いに影響を及ぼし合うことが考えられるため、このマルチエージェントモデルを用いる。

2.2 S4 Simulation System 概要

S4 Simulation System(エスクワトロ・シミュレーションシステム)は、NTT データ数理システムが開発、販売している汎用的なシミュレーションシステムである。本研究では、ソーシャルフォースモデルを適用する。

2.3 ソーシャルフォースモデル

ソーシャルフォースモデルとは、障害物やエージェント同士の衝突などをより現実に近い形で表現できるモデルである。避難シミュレーションにおいても、避難者同士のぶつかり合いなどが予想されることから、このモデル化方法を用いることとした。

3 避難行動シミュレーションの設定

3.1 中央大学理工学部キャンパスにおける避難時の問題点

中央大学理工学部キャンパス 3 号館は、地下 2 階から地上 14 階までである高層建築物である。4 階には全学科が使用できるパソコン室である IT センターがあり、約 200 人を収容できる。また、6 階には情報工学科のみが利用できる演習室があり、こちらの収容人数も 100 人程となっている(ただし、情報工学科の演習室を使う講義ではほとんどの場合 1 学年を半分に分けて授業を行っているため、本研究では 1 学年の人数の約半分である 50 人を避難者とする)。避難に利用できる階段は北側と南側の 2 か所であり、北側は 14 階から 1 階まで同一の構造の階段であるが、南側は 14 階から 5 階までは屋内階

段で、5 階から下は外階段となっている(外階段は非常時以外は利用不可となっている)。地震など有事の際にはエレベーターは利用できず、階段のみしか利用できない。4 階 IT センター事務室の方によると、避難時は 4 階の避難者を北側の階段へ誘導し、吹き抜け部の階段及び南側階段は 4 階の避難者には原則利用させないとのことである。また、1 階の南側には食堂の厨房があるため、地震が発生した際に火災が起き、南側の階段が避難に利用できなくなることが考えられる。そうなった場合には 3 号館で避難に利用できる階段は 1 ヶ所にしかないために階段部は混雑するだろう。全員の避難完了までも、かなりの時間を要することが予想される。

3.2 シミュレータにおける避難行動のモデル化

本シミュレーションでは、多数の学生がいると考えられる 4 階 IT センターと 6 階情報工学科演習室からのみ、エージェントを発生させる。また、IT センターは本シミュレーション上ではすべての部屋を仕切っている。エージェント数の上限は、4 階の場合は CAD データ上での IT センターの座席数となる計 192 人とし、6 階演習室では 100 人とし、発生したエージェントは、パラメータで設定された階段を使って避難する。火災を発見した場合には避難経路を再選択し、避難途中で接触したすべてのエージェントに火災箇所を伝えながら避難していく。本研究では、各階段のチェックポイントを通じた人数を経過時間とともに集計する。その結果を可視化して比較することで考察を行う。4~6 階では各フロアの階段を下りる直前のポイントで通過人数をカウントしている。つまり、カウントされたエージェントは、そのフロアを待避したといえる。また、それぞれの階段から 1 階へ到着したエージェントの

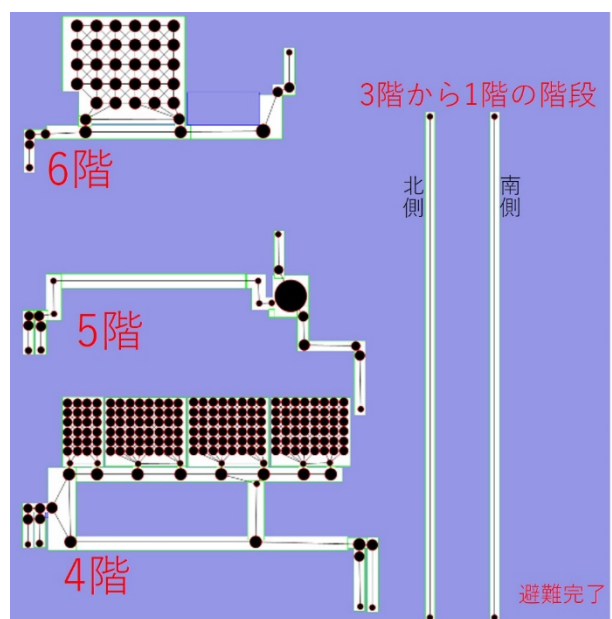


図 1: 本研究で適用したマップ(CAD データから作成)。図の右側が南側となる

数と、それらの総数もカウントする。また、6人の大学生の歩行速度を測定し、それを元にシミュレーション上での平面部分、階段部分それぞれの歩行速度を設定した。

4 シミュレーション実行結果

条件1では、6階演習室からの避難者は南側階段、4階ITセンターからの避難者は北側階段を利用して避難をしている(図2(a)). 避難完了までに371.25秒かかっている。6階演習室からの避難者50人は222秒で避難を完了させているのに対し、ITセンターからの避難者192人が全員の避難完了に時間がかかっている。この避難時間を短くするため、改善案をシミュレーションした。改善案では、6階演習室では避難者の初期位置をもとに北側、南側に分かれて避難させ、4階ITセンターでは近い階段を避難に利用させた(図2(b)). シミュレーションの結果、297.5秒で避難完了しており、条件1から1分



図3: シミュレーション上での階段の手前で起こる滞留

以上早く全員の避難を完了させることができた。

条件2では、条件1に加え、3号館1階食堂の厨房からの火災が起きたことを想定し、南側階段全体が使用できなくなった場合をシミュレーションした(図2(c)). その結果、全員の避難完了には495秒を要している。避難経路が北側のみに絞られてしまうと、8分を超えてしまうことがわかった。厨房からの火災をここでは考慮しているが、経路障害は想定外の要因に引き起こされる場合もある。また、階段の手前は狭くなっており、シミュレーションでは滞留が起こりやすい原因となっていた(図3)。このような避難経路が2ヶ所のみである点も改善すべき点であると考えている。

5 まとめ

本研究では様々な条件で実験を行った結果、中央大学3号館において各所で滞留が起こることが判明した。現状の避難計画では、全員の避難に時間がかかってしまう。また、経路障害が階段で発生した際には避難経路が1箇所のみとなってしまう、避難時間はさらにかかる。本研究のシミュレーションでは4階ITセンター及び6階演習室からのみ避難者が避難する想定だったが、現実には他のフロアにも避難者は存在する。シミュレーションや避難訓練を通してより避難時間のかからない避難計画を立て、場合によってはITセンターなど人の集まりやすい施設は他の避難しやすい場所へ移すことも考えた方がよいかもしい。

参考文献

- [1] 安福健祐, 阿部浩和, 吉田勝行: 避難シミュレーションシステムの経路障害発生時への適用, 日本建築学会計画系論文集 第73巻 第626号, 721-727, 2008年4月.
- [2] Dirk Helbing, Illés Farkas, Tamás Vicsek: Simulating dynamical features of escape panic, NATURE, vol.407, pp487-490, 28 September 2000.
- [3] 厚生労働省健康局: 平成27年, 28年国民健康・栄養調査(オンライン), 第2-6表, 入手先 < https://www.mhlw.go.jp/toukei/youran/index_yk_2_1.html>(参照2020年1月9日).
- [4] 株式会社NTTデータ数理システム: エージェントシミュレーション~操作演習~, 2019.
- [5] 株式会社NTTデータ数理システム: S⁴SimulationSystemVersion5.1 psim 言語リファレンスマニュアル, 2019.

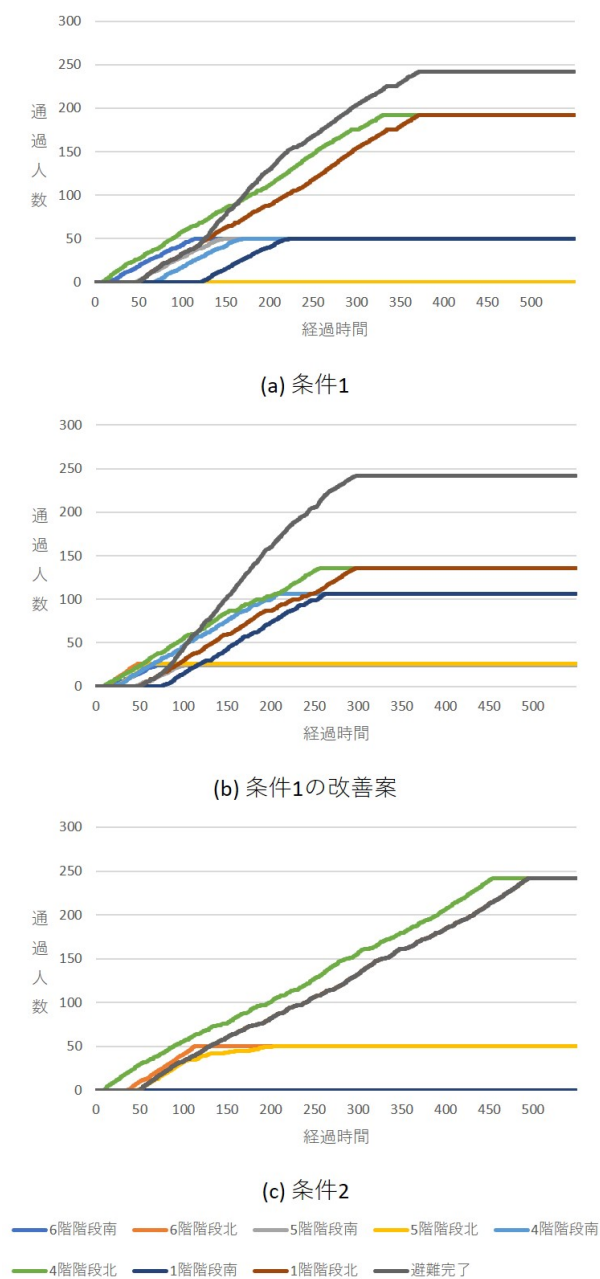


図2: シミュレーション結果