

津波警報時の JR 大阪駅周辺における避難計画策定支援

石田 涼[†] 泉 朋子[‡] 仲谷 善雄[‡]立命館大学大学院 情報理工学研究科[†] 立命館大学 情報理工学部[‡]

1. まえがき

東日本大震災を受けて、大地震が引き起こす大津波の多様な被害について再検討が進められている。特に、南海トラフ巨大地震が懸念されており、この巨大地震が東日本大震災と同規模で発生した場合、大津波により東海、近畿、四国などの広範な地域が浸水エリアになり、大きな被害の可能性が懸念されている。

特に南海トラフ巨大地震が大都市圏を襲う場合の影響が危惧されている。例えば大阪市では、大津波の影響により最大で約 10 万人の死者が予想されている[1]。また高層ビルや大規模商業施設、私鉄や地下鉄の駅、大規模地下街などが集中する JR 大阪駅周辺は、通勤客以外にも観光客や買い物客など連日大勢の人が集まる地域であり、大震災時には約 20 万人の帰宅困難者が発生し、津波から避難しようと大きな混乱が起きる可能性がある。さらに、この大きな混乱により二次災害や三次災害の発生も懸念されている。したがって、大阪市内における大規模な被害を軽減させるためには、防災対策を事前に十分検討し、迅速かつ的確な避難誘導を行うことが必要となる。平日でも混雑している JR 大阪駅周辺において大規模な避難誘導実験を実施することは困難であるため、計算機上での避難行動シミュレーションに基づく検討が有効と考えられる。

本研究では、このような問題に対応するため、南海トラフ巨大地震時に被災者が津波被害を逃れるためにどのような動きをするのかを計算機上でシミュレートできる環境を構築する。また、シミュレーションにより避難誘導方法の検討に有益なデータを提供し、新たな避難誘導方法の検討に寄与することを目的とする。対象地域は、今回は大阪市梅田周辺（北区）を想定した。

2. 関連研究

災害時における避難安全を検証する場合は、様々な状況を考慮された避難行動シミュレーションが実施されることが多い。例えば、建物空間内において山下ら[2]の研究では、大規模な複

合商業施設における避難行動を扱い、避難効率に影響を与える要因を検証している。具体的には、大規模商業施設内の避難者に対して一次元歩行者モデルを利用し、高速計算により得られた多数の試行結果に対して重回帰分析を適用することで、非常階段やエスカレータを使用した場合などの様々な避難条件の影響を定量的に示している。

中居ら[3]の研究では、過去に津波被害を受けた地域において津波避難についてインタビュー調査を行い、対象地域が抱える社会的リスクの実態を把握し、地域の人々の津波避難に対する意識や行動についてモデル化を行った。このデータを基に住民エージェントを構築し、避難シミュレーションを実装することで、津波防災町作りのためのハード面の整備、ソフト的な施策の両面から避難計画策定を検討できる。

しかし、これまでに提案されているシミュレータは様々な点で課題を持つ。1 つ目に、様々な人や大きな建物が多く集まるような大都市を想定したシミュレーションが少ないという点がある。2 つ目に、建物への人の流入、建物からの流出を考慮した上での大規模で広域な避難行動シミュレーションがないという点である。高層ビル、デパート、地下街などの建物の空間内だけでの避難行動シミュレーションなどは多く存在するが、震災時にビル等からの避難者と地上にいる被災者の衝突などの状況が避難全体に与える影響の分析などができていない。

そこで本研究では、地上だけでなくビルや地下街も考慮した大都市空間における被災者の避難行動シミュレーションの枠組みを目指す。

3. システムの提案

3.1 本システムのアプローチ

本研究では対象地域である JR 大阪駅周辺（北区）においてインタビュー調査を行い、地域が抱える社会的リスクの実態把握と歩行者がどのような避難行動をとるのかをモデル化する。そのモデルを用いて、地上や地下、ビルを含む大都市空間における津波警戒時の人々の避難行動をシミュレートする計算機システムを開発し、津波避難ビルの指定、避難誘導方法や体制、避難誘導先の選定などに基礎的なデータを提供できるツールを提案する。

Evacuation Support Planning at JR Osaka Station Area during a Tsunami Warning

[†]Ryo Ishida, Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

[‡]Tomoko Izumi and Yoshio Nakatani, College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

3.2 アンケート調査

調査は、2013年6月1日から6月30日までの期間で20歳以上の方を対象にインタビューをし、アンケート調査票に記入するという方法で行った。アンケート内容は、避難行動シミュレーションを行うために必要な避難者の属性や、日常の行動パターン、津波が来る場合にどこに逃げるか、また、その避難手段に関する情報などを収集した。アンケートの協力者の数は46人である。

アンケート結果として、津波から逃れるために駅ビルや商業施設に避難するという意見が多くあったが、一方で建物に避難せずに徒歩で帰宅するという意見もあった。また、震災時において建物内にいる際に、3階以上の階へ避難せずに地上に出るという意見もあり、ビル等からの避難者と地上にいる被災者の衝突などの状況が発生することが分かった。

3.3 本システムの概要

本システムに考慮する機能や条件を整理する。

- ①対象地域：本シミュレーションの対象地域は、JR大阪駅を中心とした半径2km圏域とする。
 - ②避難者：アンケート調査をもとに地上や地下、建物内の各層における避難者を大きく3種類のエージェント（地上避難者エージェント、地下街避難者エージェント、建物内避難者エージェント）として定義する。各避難者エージェントは、それぞれ特有の避難行動を持ち合わせており、その行動に基づいて避難行動を開始する。また、別の層に移動した際にはその層における避難行動を行うものとする。
 - ③避難者数：震災時には約20万人の帰宅困難者が発生すると想定されているため、本シミュレーションでは総避難者数を20万人と設定する。また、図1に示すように建物内における各層の避難者数をコントロールパネルで調節でき、地上への流出者数と3階以上への避難者数の割合も変更が可能となっている。
 - ④歩行速度：一般に歩行流においては歩行速度 $V[m/s]$ 、群集密度 $K[人/m^2]$ 、流動係数 $Q[人/m \cdot s]$ の間には以下の関係式(1)が近似的に成立することが知られている。
- $$Q = KV \quad (1)$$
- 本シミュレーションでは、(1)式を基にFruin[4]の都市部における歩行者の様々な状況での歩行速度を考慮した上で設定する。また、階段における歩行速度は森山ら[5]の実験データをもとにしている。
- ⑤津波避難ビル：本実験では、避難者が津波から逃れる手段として津波避難ビルに避難でき

るように設定する。また、JR大阪駅や阪急梅田駅、ヨドバシカメラなどの大型施設を津波避難ビルに設定することによって、駅周辺に存在する様々な建物が津波避難施設として有効的に利用できるのかの策定も行う。

- ⑥避難経路：避難者が使用する避難経路は、道路リンクネットワーク上で最短距離となる経路を通過する。また、人の混雑により速度が低減しても、経路の迂回することをしないように設定する。

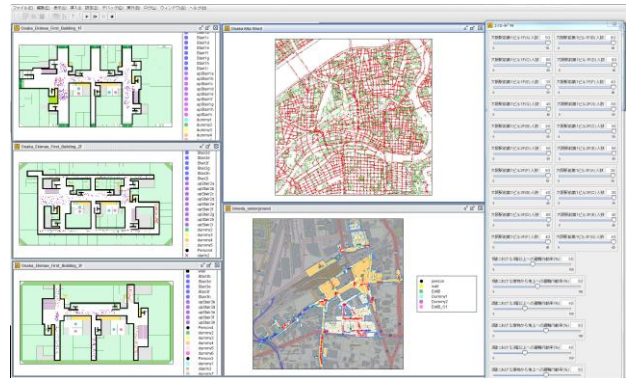


図1. シミュレーション図

3.4 シミュレーション例

本システムにおいて、全ての避難者が駅や津波避難ビルを使用し避難、又は内陸部への避難をした場合、避難完了するまでに2時間以上の時間を要することが分かった。

4. あとがき

本論文では、ビルや地下街も考慮した大都市空間における被災者の避難行動シミュレーションの枠組みを提案した。現在、様々な条件下での実験を複数回行っており、評価実験中である。評価の方法は、建物内における間口で得られた群集の流動係数データを既存の他の研究と比較することで本システムの有効性を確認したい。

5. 参考文献

- [1] 大阪府：南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会, 大阪市ホームページ, <<http://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/bukai/index.html>> (2012/12/15 参照)
- [2] 山下, 副田, 大西ほか: 一次元歩行者モデルを用いた高速避難シミュレータの開発とその応用, 情報処理学会論文誌, Vol.53 No.7, pp.1732-1744 (2012).
- [3] 中居, 畑山: エージェント技法を用いた津波避難評価システムの構築と社会実装, 研究報告情報システムと社会環境, Vol.2013-IS-123, No.1, pp.1-6 (2013).
- [4] John J. Fruin: Pedestrian planning and design, 1971, pp.39-43.
- [5] 森山修治, 土屋伸一, 浜暁也ほか: 津波避難ビルにおける階段歩行特性に関する実験研究-その2 階段上昇時の群集歩行特性-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.907-908(2006).