4T-2

震災時の JR 大阪駅周辺における帰宅困難者の行動シミュレーション

石田　涼†　　仲谷　善雄‡
立命館大学†　　情報理工学部‡

1. まえがき

日本では、地震大国と言われるほど地震が多く発生している。現在、日本で大規模な地震が発生すると予測されているのが東海地震、東南海地震、南海地震、首都直下地震の 4 つである。特に今後 30 年間での発生確率が東海地震では 87%、東南海・南海地震が 60%を超えている[1]。これらの地震が実際に起きた場合、大規模な被害と帰宅できない帰宅困難者が多数発生すると予測されている。

南海地震、東南海地震の影響を大きく受ける大阪市では、多くの帰宅困難者が発生すると予想されている。大阪市内では、JR 大阪駅や市内のメインストリートである御堂筋、市役所などが浸水域に入るほか、市営地下鉄や地下街にも大きな被害が出ることが予想される。特に JR 大阪駅周辺では、通勤客以外にも観光客や買い物客など多くの人が集まっているため、震災時には 42 万人が足止めされ、津波から避難しようと大きな混雑が起きる可能性がある。さらに、この大きな混乱により 2 次災害や 3 次災害の発生も考えられる。したがって、大阪市内における大きな被害を軽減させるような防災対策を検討する上では、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避難誘導実験を実際の規模で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、JR 大阪駅・梅田駅周辺（北区）を対象として、震災時に被災者が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。

2. 関連動向

これまでも火災や津波などの状況に応じて、群集の避難行動シミュレーションに関する様々な研究や開発が行われている。

例えば堀らは地下空間の避難行動シミュレーションを行っている[2]。地震時の地下 5 階の地下鉄駅から地上への避難行動についてマルチエージェントシミュレーションを行い、個々の避難者の避難時間にはばらつきがあること、人数に応じて避難時間が増えること、などの評価を分析している。

また津波の分野では、渡辺らがマルチエージェントシステムを用いた津波避難シミュレーションモデルを開発している[3]。この研究では、津波防災まちづくりを考える場合、どのような整備が行われれば、一定時間内に全員が逃げ切れるのか。津波防災まちづくりにおけるハード面の整備、ソフト的な施策を合わせて検討できるようになっている。

3.提案の概要

最近のシミュレータでは避難者間の物理的な相互作用だけでなく、社会的相互作用も考慮されたシミュレータの研究が行われている。しかし、様々な人や大きな建物が多く集まる東京都や大阪市のような大都市を想定したシミュレーションは少ない。また、東日本大震災によって、大阪市の南海地震に対する防災計画は多くの面で早急に見直しをする必要性がでてきた。特に、地震に伴って発生する津波に関する対策が主に見直しの対象となっている。津波からの避難対策としては、津波襲来までの限られた時間内での迅速かつ的確な避難誘導が有効である。そのため、震災時の大阪市（北区）において、様々な避難状況を考慮した上で避難者がどのように行動するのかを検証する必要がある。

本研究では、南海地震を想定した様々な避難状況やデータに基づいて、JR 大阪駅や阪急・阪神・地下鉄の駅周辺における群集がどのような行動をするのかをシミュレートし、それによって起こりうる影響の評価を行うためのデータを提供するシステムの構築を目標とする。

Behavioral simulation of the difficulties in returning home when the earthquake around JR Osaka Station
†Ryo Ishida and Yoshio Nakatani
‡College Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

4. システム構成

本章では、システムの概要について説明する。

4.1 開発環境

本研究のシステム実装において、構造計画研究所が開発したマルチエージェントシミュレータ「artisoc 3.0」を使用する。ルールの記述言語は、主に Microsoft 社の Visual Basic である。二次元、三次元表示マップ（シミュレーション画面）や数値出力でエージェントの動作を視覚的に捉えることができる。artisoc のプログラム構成は段階構造で、図１に例を示す。

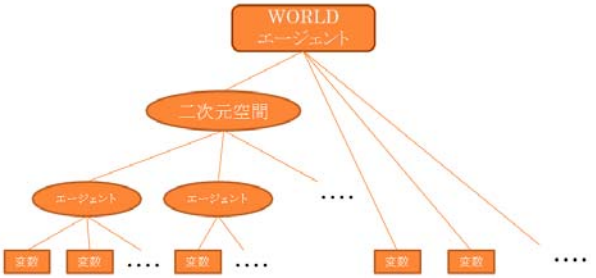

図１　artisoc のプログラム構成図例

4.2 システム

システムに考慮する機能、条件としては以下の項目がある。

① 対象地域：対象地域は、JR 大阪駅を中心として半径約 1 ㎞圏域とする。
② 時間設定：時間帯は、もっとも人が集中すると考えられる夕方の帰宅時刻に設定する。また、地震発生の 2 時間後に、6m の津波が JR 大阪駅周辺まで到達すると仮定する。
③ 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、道路上には車などの障害物がないとし、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。なお、道路交通の影響は今後の課題としたい。
④ 歩行速度：避難経路上に存在する被災者の群集密度（人/㎡）と速度の関係から、基準となる速度を 1 人/㎡あたり 4 ㎞/時とする。また、人の混雑度合が大きくなるにつれて、速度が低減するように設定する。
⑤ 人数制限：避難者が目的地以外にも避難ができるように JR 大阪駅、阪急梅田駅、梅田貨物駅など大勢の避難者が避難することができる建物や津波避難ビルに指定されている建物を緊急避難用建物として設定している。また、それらの建物の収容可能人数を調整できるようにコントロールパネルを作成し、様々な値で設定することができる。
⑥ グラフ表示：それぞれの建物に避難している人数を、X 軸を経過時間、Y 軸を避難人数の時系列グラフで表示する。

各避難者をエージェントとして表現し、避難経路を求めるにあたってダイクストラ法を用いている。経路探索の計算法としてダイクストラ法を選んだ理由として、不要な避難経路を計算する必要がなく、計算時間を短くすることができるからである。

図 2 に、シミュレーションの実行画面を示す。

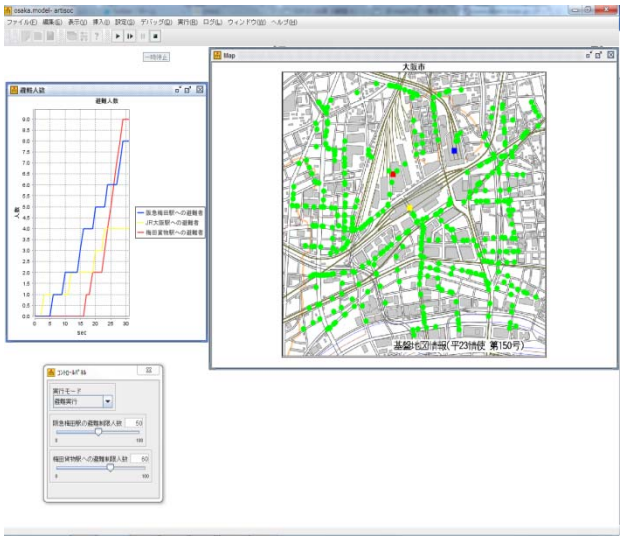

図 2　シミュレーション実行例

5. あとがき

本研究では JR 大阪駅周辺において避難誘導実験を実際の規模で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を行った。

今後の評価として、地元自治体や様々な専門家に本システムを使用、検証してもらう予定である。

6. 参考文献

[1] 気象庁：デジタルなまず http://www.jjjnet.com/jishin_kakuritsu.html(2011/12/20 参照)
[2] 堀宗朗ほか：地震時の緊急避難行動を予測するシミュレーション手法の開発に関する基礎的研究、社会技術研究論文集、Vol.3、pp. 138-145 (2005)
[3] 渡辺公次郎、近藤光男：津波防災まちづくり計画支援のための津波避難シミュレーションモデルの開発、日本建築学会計画系論文集、74 巻 、637 号、pp.627-634 (2009).

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.