

エージェントシミュレーションを用いた津波避難評価システムに関する考察 Analysis of Agent Based Simulation System for Tsunami Evacuation Estimation

○杉山高志, 矢守克也, 畑山満則, 近藤誠司, 鈴木進吾

○Takashi SUGIYAMA, Katsuya YAMORI, Michinori HATAYAMA, Seiji

KONDO, Shingo SUZUKI

This study analyzes two areas, Shinyo, Nagata-district, Kobe-city, Hyogo-prefecture and Okitsu, Shimanto-town, Kochi-prefecture, where residents' attitude survey was conducted. The survey result was used to develop simulations for evacuation. The scenarios of two aforementioned simulations varied due to different arrival time of tsunami in these two areas. By utilizing and sharing the simulation with residents, we could improve their awareness of disaster prevention. However, "the sense of time" based on human science showed difference in the studied areas.

1. 研究背景と研究目的

東日本大震災以降, 津波災害の被害を防ぐ為に, 津波避難の必要性が高まっている。津波災害時の適切な津波避難をコンピュータ上に再現し, 地域で最適な避難計画について議論するためのツールとして, マルチエージェントシミュレーションが注目されている。マルチエージェントシミュレーションは, 個々の事象の相互作用をダイナミックに予測する手法として積極的に活用されており, 様々なリスクマネジメントの手法としても利活用されている (Lampert, 2002)。マルチエージェントシミュレーションを用いて, 津波避難計画についての研究が昨今なされている。例えば, シナリオ別に津波災害時の情報伝達設備が津波避難に及ぼす影響についてシミュレーションを用いて分析した片田ら (2006) の研究や, 広報車による避難勧告や近所の人々が避難を呼びかけるといったソフト的施策が避難行動に与える影響をアンケート調査によって分析した渡辺ら (2009) の研究, 住民に対する悉皆調査を行い地域特有の津波避難の問題点を検証した畑山ら (2014) の研究が挙げられ, 行政の津波避難計画の作成や住民の個別具体的な津波促進に貢献している。

このような既往研究の中で, 本研究で注目したい点は, 時間である。上記の先行研究においては, 避難開始時間・避難完了時間・津波到達時間など様々な時間設定がシステム作成時にすでに用いられている。そのような視点から見た時, 時間という側面に注目する事に, 一見特段の意味を見いだ

せないかもしれない。しかし, 本研究においては, 私たちが普段用いている文字通りの意味での時間, すなわち物理的な「時間」ではなく, 矢守 (2009) が指摘した人間科学における「時間」の概念を採用して, マルチエージェントシミュレーションを用いた研究の新たな可能性についての考察を行う。矢守 (2009) は, 木村 (1982) が提唱した人間の時間感覚である「時間」の概念を取り上げ, 人間の時間感覚はデジタル時計の表示する数字上での「時間」というよりも, 「今はもう…だ」「今はまだ…でない」という時間感覚であり, 物理的な「時間」に対して, 今を生きる自身の生の営みに密接に関連する「時間」によって, 防災・減災の試みを再検討する重要性を指摘している。先述のマルチエージェントシミュレーションの先行研究において, 住民の最適な津波避難行動を分析するための手段として用いられている「時間」, 防災研究において自明視されている「時間」を人間科学の「時間」の概念で再考し, マルチエージェントシミュレーションが住民の防災・減災の実践活動に与える影響を与えたかを再検討することを目的に, 本研究では以下2つの事例を比較検討する。

なお, 今回設計したシステムは, エージェントベースのシミュレータ・Artisoc (兼田, 2010) と, 時空間地理情報システム・DiMSIS (畑山ら, 1999) がデータベースを共有する形で構築した。

2. 1 事例1: 高知県四万十町興津地区

興津地区は高知県の南西部に位置し, 中央防災

会議の想定によると南海トラフ地震発生時、約 20 分で津波到達が想定されている。当地区では、筆者らが作成した質問肢に基づいて四万十町役場職員と地元コンサルタント会社が協力して、2014 年 3 月から 4 月にかけて全世帯に対して津波避難についての悉皆調査を行った。そして、その住民意識調査に基づき、住民の意識や家具固定・家屋耐震の度合いに応じた津波避難開始時間の遅れを生じさせた津波避難シミュレーションシステムを作成し、2014 年 8 月 30 日に津波避難シミュレーションシステムを用いた住民向けの勉強会を開催した。その結果、勉強会終了後に行った住民アンケートにて 10 人を超える住民から家具固定促進キャンペーンへの参加の具体的な申し出があった。

2. 2 事例 2：兵庫県神戸市長田区真陽地区

真陽地区は阪神・淡路大震災で甚大な被害を受けた瀬戸内海沿岸部で、中央防災会議の想定によると南海トラフ地震発生後、約 80 分で津波が到達すると予測されている。当学区では、筆者らが作成した質問肢に基づいて、2013 年 11 月から 12 月にかけて 3 つの町内の全世帯に対して津波避難についての各戸訪問式の悉皆調査を行ったその住民意識調査に基づき津波避難シミュレーションシステムを作成し、2014 年 6 月 28 日に津波避難シミュレーションシステムを用いた住民向けの勉強会を開催した。当地区では津波到達までに猶予時間があり、その猶予時間を用いた避難要援護者救護の可能性を示すため、地域に存在するショッピングカートといった資機材による住民搬送の有効性を検証するシミュレーションを構築した。住民勉強会終了後に行った出席者に対するアンケートで「あなたの身の回りで、地域の防災活動に活用できそうな道具はありませんか」との質問に対して、数多くアイデアが地域住民から提起された。

3. <時間>を軸にした事例考察

前章にて示した 2 つの事例において、最も大きな相違点は、津波到達時間の違いである。事例 1 の興津地区では津波が 20 分で到達するのに対して、事例 2 の真陽地区では津波は地震発生後約 80 分で到達する想定である。それ故に、シミュレーションのシナリオも大きく異なる。前者は、わずか 20 分で津波が到達する事から、住民一人ひとりが迅速な津波避難をするための方策を、家屋耐震や家具固定といった条件をつけたシミュレ

ーションによって示している。一方で、真陽地区においては津波到達までの時間が約 80 分とされており、住民の迅速な避難だけでなく、津波到達までの猶予時間を利用した避難要援護者支援を行う可能性をシミュレーションによって示している。

このような津波到達までの時間の相違は、興津地区においては「もう津波避難までの時間がない」という切迫した時間感覚を、真陽地区においては「まだ津波避難までの時間がある」という津波到達の猶予時間を利活用できる時間感覚を生じさせていると考えられる。これらの時間感覚の違いは、物理的な「時間」の相違以上に、冒頭で述べた人間科学としての<時間>における違いとして注目できる。本発表においては木村（1982）の考えに基づき、前者をポスト・フェストゥム的な時間感覚、後者をアンテ・フェストゥム的な時間感覚と整理し、各時間感覚が住民の防災・減災の実践にいかなる効果を住民に与えていたのかを発表する。

4. 参考文献リスト

- Lampert, R. (2002) Agent-based modeling as organizational and public policy simulators. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 99:7, 195-196
- 片田敏孝・桑沢敬行 (2006) 津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発. 土木学会論文集 D, Vol. 62, No. 3, 250-261
- 兼田敏之 (2010) artisoc で始める歩行者エージェントシミュレーション原理・方法論から安全・賑わい空間のデザイン・マネジメントまで, 構造計画研究所, 書籍工房早山
- 木村敏 (1982) 時間と自己, 中央公論新社
- 畑山満則・中居楓子・矢守克也 (2014) 地域ごとの津波避難計画策定を支援する津波避難評価システムの開発. 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 5, 1498-1508
- 畑山満則・松野文俊・角本繁・亀田弘行 (1999) 時空間地理情報システム DiMSIS の開発, GIS-理論と応用, Vol. 7, No. 2, 25-33
- 矢守克也 (2009) 防災人間科学, 東京大学出版会
- 渡辺公次郎・近藤光男 (2009) 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誌, Vol. 74, No. 637, 627-634