

## マルチエージェントシミュレーションの災害時避難問題への適用に関する一考察 A Study on Application of Multi-agent Simulation Method to Disaster Evacuation Issues

○畑山満則

○Michinori HATAYAMA

It is important for each resident lived in coastal area to make a community based evacuation plan from the viewpoint of disaster mitigation. However, it is hard to estimate feasibility of his/her plan. We have been developing an agent based simulation system for Tsunami evacuation. In this paper, we explain 3 applications for huge tsunami risk areas with Nankai Trough Quake.

### 1. はじめに

東日本大震災の発生を受けて、南海トラフ沿いで発生する大規模地震の対策を検討するに当たっては、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波」を想定することが必要とされ、この考えに基づく災害想定が中央防災会議内に設置されたワーキンググループでなされてきた。2012年3月末には震度分布及び津波高（最小50mメッシュ）、同年8月末には最小10mメッシュの津波高及び浸水域等、2013年3月には施設等の被害及び経済的な被害が公表されており、同年5月には南海トラフ巨大地震対策について（最終報告）（南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ、2013）が公表された。これらの一連の報告において、最大クラスの巨大な地震・津波（以下、レベル2の地震・津波）への対応は、「命を守る」ことを目標として、住民避難を軸に、情報伝達、避難施設、避難路、土地利用等のハード対策とソフト対策を総動員し、それらを組み合わせた総合的な対策を推進することが求められている。

本研究では、最大クラスの地震・津波想定に対応するために、作成を推奨されている「地区ごとの避難計画」の検討を支援する避難シミュレーションシステムの構築と地域への適応について3つの事例を用いて考察する。

### 2. エージェント技法を用いた

#### 津波避難評価システム

津波避難計画は、避難勧告等を発する権限をもつ市町村が策定すべきものである。しかし、実際に避難行動をとるのは地域住民等であるため、各々の地域の状況に応じた具体的な地域ごとの津波避難計画も策定する必要がある。東日本大震災

の経験を経て改定された報告書（消防庁国民保護・防災部防災課、2013）では、特に地域ごとの津波避難計画策定による住民等一人ひとりの迅速かつ主体的な避難行動の重要性が強調されている。地域ごとの津波避難計画策定は、①津波の危険性の理解を深める、②津波からいかに避難するかを考える、③避難訓練で検証する、④今後の津波対策のアクションプランを検討するという流れで避難計画策定が行われるが、とりわけ②の段階において、避難のイメージを膨らませることが難しく、その後のステップに進んでいくことが困難になるケースがみられる。そこでイメージを膨らませることを1つの目的として、エージェント技法を用いた避難シミュレーションシステムを開発した。

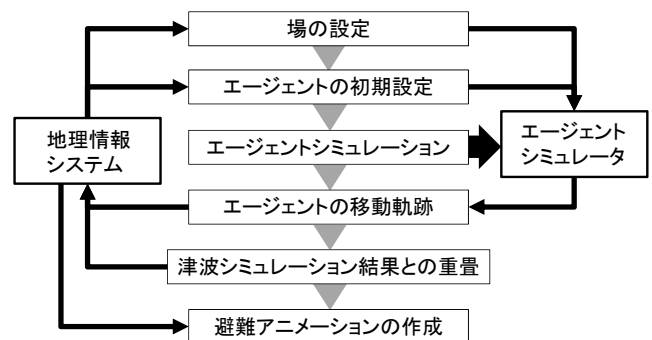


Fig.1 Tsunami Evacuation Simulation System

開発したシステムは、図1のような構成となる。本システムは、エージェントベースのシミュレータ部分（以下、シミュレータ）と時空間地理情報システム（以下、時空間GIS）がデータベースを共有する形で構成される。前者は構造計画研究所の提供するマルチエージェントシミュレーションプラットフォーム Artisoc 上に、後者は、京都大

学防災研究所がライセンスする時空間地理情報システム DiMSIS 上に構築した (畑山ら, 2014).

### 3. 地域防災活動での利用

#### 3. 1 高知県黒潮町万行地区のケース

高知県黒潮町は、南海トラフ巨大地震による最大クラスの津波の被害において、34.4m という最も高い津波高で注目されている場所である。最新の想定では、万行地区は14mの津波高が想定されているが、津波到達までの時間は約20分程度であり、住民の避難体制の整備が急務である。地区には、約600人、約250世帯の人々が暮らしており、中心部から海までは500m程度の海沿いの地区である。避難場所となる地区の近傍の高台は数か所あるが、最も近い高台までであっても、健常者の歩行速度で20分近くはかかるため、避難が困難な地域であるといえる。地区の中心にはこれに対応するため津波避難タワー(300人収容)が建設されている。システム開発にあたっては、全世帯悉皆調査を行い、全世帯の行動について属性を決めている。住民の意向を反映させた避難を実装し、このときに津波に追いつかれる人の行動を分析することで、早期の避難行動の開始、乗り合いバス・自動車、避難場所の中途変更などの行動計画案を地域住民や行政とともに提案した。これらの行動の効果をシミュレーションで検証したのち、その実行可能性について、住民WSでの説明と防災訓練により確認している。

#### 3. 2 和歌山県田辺市沿岸部のケース

和歌山県田辺市の沿岸部に位置し、人口約1250人、641世帯が生活する上屋敷1, 2, 3丁目、片町を含む地域を対象とし、システム構築を行った。この地区には、南海トラフ巨大地震時の予測最大震度は7、地震発生後最短15分で、12mの津波が到達すると予測されている地域である。地域の中心部にはNTTビルと田辺市立第一小学校が津波避難ビルとして指定されており、近傍の高台にある闘鶏神社も避難場所に指定されている。しかしながら、闘鶏神社は対象地域から最短で約620mの場所に位置しており、徒歩で14~15分を要する距離であることから、高齢者が避難するには厳しい距離となっている。システム開発にあたっては、個別世帯への社会調査は行わず、行政から公開されている統計情報をもとにエージェントの属性を割り付けた。但し、現地調査をもとに建物倒壊に関するシミュレーションを行い、倒壊の危険性がある家屋の倒壊時の避難路への影響を考慮してい

る。シミュレーションでは、建物が倒壊し、道路を閉塞した場合と、そうでない場合の避難について実装し、建築年代の古い建物を耐震化することの意義について分析を行った。

#### 3. 3 神戸市長田区真陽小学校区のケース

神戸市長田区真陽小学校区にある二葉小3丁目を対象とした。この地域には、約450人、200世帯あまりが住んでいるが、このうち、津波による被害を受ける可能性が少ない高層住宅住民を除く約200名を対象とした。南海トラフ地震による津波は、地震発生から約100分後に神戸市の沿岸部に到達するが、近くを流れる川への遡上を考慮しても、この地域に津波の予測高は50cm以下である。避難行動をきめる属性は、個別アンケート調査より割り振っている。神戸市消防局は、津波の到達時間を考慮して災害時のレスキュー活動を地震発生から60分に限定し、その後は、津波の危険のない国道2号線まで一旦引き上げることを明言しているため、地震発生から60分間のシミュレーションを行った。津波に追いつかれる心配がないことを考慮して、単なる避難だけではなく、倒壊の可能性が高い市場で地域の方々が限定された時間で、どのような救助活動ができるかを検討した点が、他のケースとの相違点である。時間制限のある中での救助活動は、早くに駆け付けた人が対象地域を調査し、情報を集約したうえで、後から訪れる支援者と要救護者をマッチングしていくことが示された。これらの情報は、住民を対象にした防災勉強会で地域にフィードバックされている。

#### 4. おわりに

本稿では、南海トラフ巨大地震における最大クラスの津波想定を念頭に、3つの地区で構築した津波避難計画を支援するシミュレーションシステムについて報告した。

#### 参考文献

中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ (2013) 南海トラフ巨大地震対策について (最終報告). 消防庁国民保護・防災部防災課 (2013) 津波避難対策推進マニュアル検討会報告書.  
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, 55巻, 5号, 1498~1508.