

6F-06

エージェントシミュレーションを用いた 動的な津波避難誘導に関する考察

畑山満則^{†1} 上坂 崇人^{†2}

京都大学 防災研究所^{†1} 京都大学 工学部 地球工学科^{†2}

1. はじめに

港湾部に立地する地区における巨大地震に伴う津波からの避難は、地震発生から津波到達までの時間に対して、避難者の人数と分布、避難場所の分布とその受入容量によって決まる。津波到達までの時間内に移動可能な領域内に十分な受入容量の避難場所がない場合に、効果的な避難を実現するためには避難誘導が必要となる。本研究では、一人でも多くの避難を実現するために、時間によって誘導先を変化させることを目的として、エージェントシミュレーションを用いた誘導計画の作成に関する検討を行うものとする。

2. 津波避難評価システムの構築

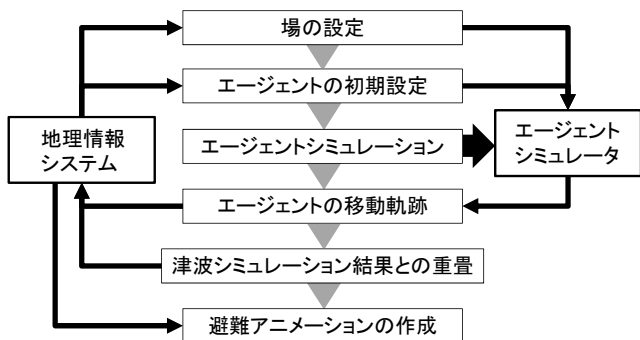


図1 システム構成

開発したシステムは、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（図1）。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[1]。

シミュレーションで扱うエージェントは、人と車であり、その基本となるデータは DB から供給される。この基本データは、避難行動に関するパラメータと対象地区の地理特性からなる。地理特性については、公開されているデータをベースとして、時空間地理情報システム上でデータの整備を行い、DB に蓄積される。シミュレーション結果であ

るシミュレーションステップごとエージェントの位置や方向は、DB を通じて時空間 GIS に取り込まれ、津波シミュレーション結果と重畳される。エージェントの動きによる集計や評価はここでなされ、最後に時空間情報として可視化される。

3. 対象地域

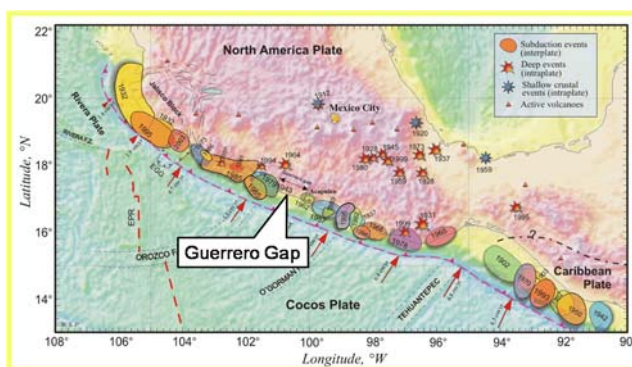


図2 ゲレロギャップ



図3 シワタネホの中心部

本研究の対象地域は、メキシコゲレロ州シワタネホ（Zihuatanejo）とした。メキシコは日本と同様に地震が多発する国である。太平洋側の地域は近年ほとんどのエリアで地震被害が観測されている。しかしながら、図2に示すようにゲレロ州の一部に、近年地震被害を観測していない地区がある。この地区は Guerrero Gap と呼ばれており、近い将来、巨大地震の可能性が示唆されている。本研究プロジェクトでは、この領域に着目し、地震の想定、想定地震時の津波の想定が行われており、本研究ではこれらの研究成果を受けて、避難の課題を取り扱うこととなっている。シワタネホは、Guerrero Gap にある、観光都市である（図

A Study on Dynamic Tsunami Evacuation Guidance System using Agent Based Simulation

^{†1} MICHINORI HATAYAMA, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

^{†2} KOSAKA TAKATO, Under Graduate School of Global Engineering, Kyoto University

3). 昼間人口は、観光客を含め最大約 6500 人となっており、このうち観光客は約 2000 人となっている。

津波想定によると、地震発生後、約 15 分で津波が陸域に到達することとなっている。海岸のビーチから高台までは、約 700m となっており、海岸近くの小学校からの避難訓練では、高台までの移動に約 15 分を要している。しかし、この時間は平常時で、道路や建物の被害がない状態での時間であり、実際の避難ではより多くの時間が要されると考えられる。

4. シミュレーション結果

開発したエージェントシミュレーションを用いて避難シミュレーションを行った。人口分布は、行政が提供する統計情報に加えて、観光客 200 人を観光エリアにランダムに分布させた。避難速度に関しては、高齢者（65 歳以上）とそれ以外の人に分け、前者は、東日本大震災時での高齢者の避難速度である 0.72[m/s]、後者は健常者の平均的な速度として 1.00[m/s] と設定した。また、地震による建物倒壊や道路閉塞は考慮していない。図 4 は、避難先を高台のみに限定した場合、図 5 は海岸近くにある 3 階以上のホテルを避難先に加えた場合の結果を示している。避難の目安となる 15 分（1800[×0.5s]）において、高台のみの場合は約 7 割の人が避難できているのに対し、ホテルを避難先に加えるとほぼすべての人が避難できるという結果を得た。

5. 動的な避難誘導の必要性

4 章の解析ではホテルを避難場所とすることで 15 分以内にすべての人が避難できる可能性が示された。しかし、本シミュレーションでは、ホテルの倒壊を考慮していない。また、観光客は、観光スポットのある地域である程度様に分布させている。しかしながら、実際の災害では、イベントなどがあれば、分布が隔たる場合もある。これらのシナリオを考慮すると図 5 の結果を楽観的にとらえることはできない。より厳しいシナリオを考えると、避難にかけられる時間を有効に利用し、避難を考える必要がある。建物倒壊により避難先としていくつかのホテルが利用できない場合は、利用できるホテルのキャパシティを考慮した避難が求められる。この状況下では、海岸に近い場所のホテルで、時間に十分余裕がある時点で、先に来た人から避難者を受け入れると足の遅い人が避難所に入れない可能性がある。このようなことに陥らないようにするためには、看板などの静的な避難誘導ではなく、時間に合わせて誘導先を変えるような動的な誘導が必要と考えられる。

6. おわりに

本研究では、メキシコグレロ州シワタネホを対象とした津波避難対策に取り組んだ。ホテルを避難先とした避難では、被災シナリオを楽観的にセットすることで計算上では

全員避難できる可能性があることが示唆された。しかしながら、現実的に考えると建物倒壊や道路閉塞が起こらないという仮定を現実にするには難しく、より現実的な仮定に変更していくことを考える必要がある。特に対象地域は津波リスクを十分に把握しておらず、さらに土地勘のない観光客を対象とする必要があるため、避難誘導の必要があるが、避難先のキャパシティを考えると動的な誘導の導入が必要であることが考察された。

今後の課題として、動的な誘導デバイスの導入効果の評価とデバイス開発を予定している。

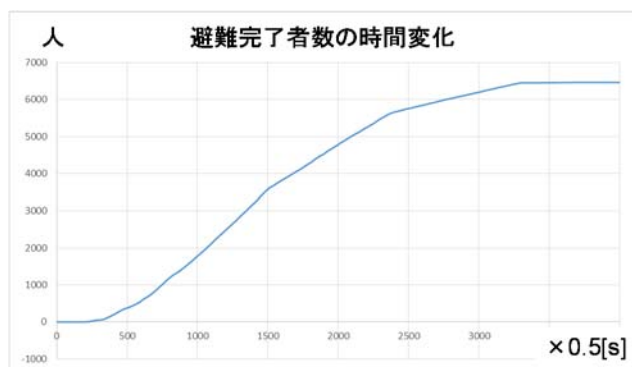


図 4 高台のみを避難場所とした場合のシミュレーション結果

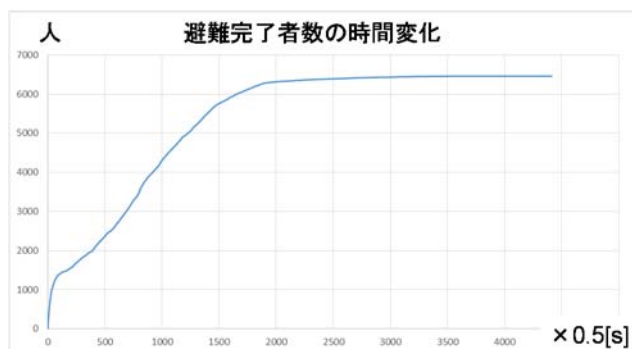


図 5 高台と 3 階建て以上のホテルを避難場所とした場合のシミュレーション結果

謝辞

本研究は、地球規模課題対応 国際科学技術協力プログラム (SATREPS) 研究領域「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」研究課題名「メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究」の成果の一部である。

参考文献

[1] 畑山満則, 中居楓子, 矢守克也: 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, 2014.