

東日本大震災の被災地での自動車を利用した津波避難に関する基礎検討

○アジア航測株式会社 正会員 鈴木 康夫
東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦

1. はじめに

東日本大震災では、自動車による避難者は半数を超え、そのうち約3割が渋滞に巻き込まれたと回答している¹⁾。津波からの避難は原則徒歩とされるが、沿岸平野部の住民の中には自動車をうけないと避難できない場合もあり、実情に合わせた避難方法の検討が必要である。東日本大震災後、沿岸自治体では自動車をういた避難訓練の実施や、自動車を利用した津波避難計画を策定しているが、訓練参加率の伸び悩み、渋滞による走行困難・避難遅延といった課題が挙げられる。

本検討では、津波からの自動車避難行動を表現するマルチエージェントシミュレーションモデルを構築し、避難行動を再現させ、避難施策に応じたシナリオを分析した。

2. 避難シミュレーションモデル

本検討では、マルチエージェントシミュレーションソフト artisoc を用いて避難シミュレーションを行った。避難シミュレーションは、避難空間作成、避難経路計算、避難ルート取得、避難実行の4ステップで行った。

まず、津波避難シミュレーションで用いる「道路（リンク）」および「交差点（ノード）」の避難空間データを作成する。このデータより、ネットワーク型（ノード・リンク）の避難マップを作成する。次に、最短経路問題を解くためのアルゴリズムの1つであるダイクストラ法を用い、すべてのノードからの最短経路を計算し、避難経路データとして保存する。その後、避難者を生成し、最短経路計算結果を入力して、避難者それぞれに避難ルートを取得させる。最後に、避難者に設定したルールに基づき避難行動を実行させ、結果をアニメーションおよびグラフにて出力する。

3. シミュレーション設定

3. 1 対象地域

宮城県亘理郡山元町を対象地域とした。山元町は、町を南北に走る国道6号を境に東側は低地、西側は丘陵地となっている。東日本大震災では、国道6号より東側の地域がほぼ浸水し、浸水面積は24km²（総面積の37.2%）、死者636名、家屋の全壊2,217棟（うち流出1,013棟）、半壊1085棟などの被害を受けた²⁾。山元町の浸水概況を図1に示す。

なお本検討では、震災での津波浸水域である国道6号より東側の地域で津波避難シミュレーションを実施した。

3. 2 津波シミュレーション

既往最大級の津波を想定するため、東北地方太平洋沖地震津波を対象に津波の浸水計算を行った。断層モデルには東北大学モデル(ver. 1.2)⁴⁾を用い、非線形長波理論を差分することにより伝播計算を行った。

3. 3 津波避難シミュレーションのデータ設定

(1) 道路ネットワークデータ

StreetPro Japan（2012年度版）をベースにし、不足する道路を航空写真にて確認・追加して作成した。本検討で用いた道路（リンク）数は2922、交差点（ノード）数は1209、総経路数は約146万通りであった。

(2) 避難自動車の配置データ

避難自動車の配置は、対象地域の建物の中心に配置した。建物データは、国土地理院基盤地図情報サイトの建築物外周線データを使用し、建物属性および平成22年国勢調査結果から避難者発生建物を推計した。避難は各建物から自動車1台で行うこととした。配置自動車数は2,675台であった。

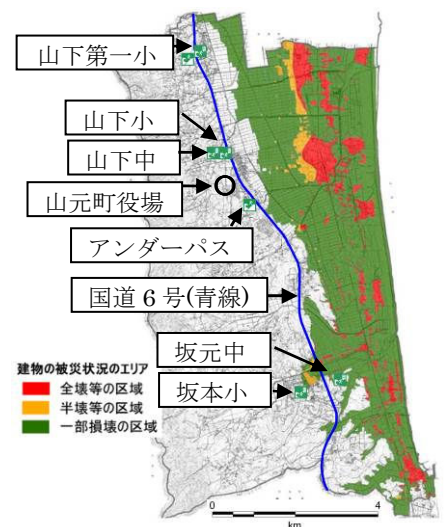


図1 山元町の浸水および建物被害状況
（参考文献3）に加筆）

キーワード：津波避難、自動車避難、マルチエージェント、避難シミュレーション

連絡先：〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1-305 TEL：022-752-2089

(3) 避難場所の配置

避難場所の配置においては2つのシナリオを作成した。

1つ目として、山元町が指定する避難場所のうち、山下小学校、山下第一小学校、山下中学校、坂元小学校、坂元中学校の5箇所とした。2つ目として、上記5箇所に加え、国道6号の通過車両による影響を避けるため、国道6号の下ある2箇所のアンダーパスの通過をもって避難したとみなすようにした。

上記データを配置したシミュレーション対象地域を図2に示す。

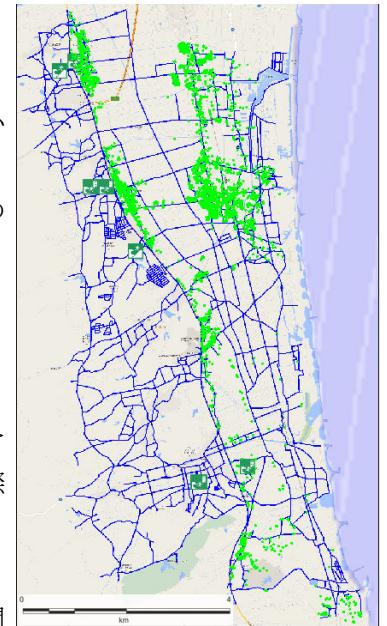


図2 データ設定後のシミュレーション対象地域
(緑点:避難者、青線:避難路)

3. 4 シミュレーションの条件設定

(1) 避難自動車および通過車両

自動車の避難速度は最大40km/hとし、避難による道路混雑時には渋滞発生を考慮した。また、交通量の多い国道6号線上には通過車両を設定し、避難の際の混雑を再現できるようにした。

(2) 避難開始時間

国土交通省が実施した東日本大震災での津波からの避難開始までに要した時間の調査結果¹⁾から、避難開始時間の割合を求め、一様ランダム関数を用いて避難者に付与することで避難開始時間にばらつきをもたせた。

(3) 津波による自動車への被災判定

津波による被災判定は、実施した浸水深の計算結果を用い、判定基準は浸水深50cm以上とした。

4. シミュレーション分析

1つ目のシナリオである5箇所の町指定避難場所への避難とした場合、被災自動車数は370台となった。シミュレーションでは、山下小学校、山下中学校、山下第一小学校への避難路に避難自動車が集出し、特に山下小学校、山下中学校への避難路は、国道6号の交差点を先頭に2kmを超える渋滞が起こる結果となった。図3に避難路の渋滞の様子を示す。図中の赤丸は、渋滞により停車した自動車、緑丸は避難移動中の自動車、黄丸は国道6号の通過車両、青線は避難路を示す。



図3 シミュレーションによる避難路の渋滞の様子
(赤丸:渋滞中、緑丸:避難中、黄点:通過車両、青線:避難路)

2つ目のシナリオである5箇所の避難場所に加えアンダーパスを加えた場合、被災自動車数は465台と増加した。これは山下小学校、山下中学校への避難自動車の多くが、アンダーパスへの避難と変化したものの、津波浸水域内で渋滞したため被災する結果となった。

そこで1つ目のシナリオを用い、国道6号手前の2箇所の交差点で混雑状況に応じて近隣のアンダーパスへの避難へと切り替えを行ったところ、渋滞距離は短縮され、被災自動車は50台となった。

5. おわりに

本検討では、東日本大震災の被災地での自動車による津波避難シミュレーションを行い、避難場所による渋滞状況結果および渋滞状況に応じた避難場所の変更による渋滞緩和を示した。しかし、実際の避難行動では、出発地から避難場所までの行動において必ずしも最短経路によらない行動(渋滞および混雑の回避、目的地の変更等)が生じているので、こうした行動を適切にモデルに取り入れることが課題である。

参考文献

- 1) 国土交通省：東日本大震災の津波被災現況調査結果（第3次報告）～津波からの避難実態調査結果～, 2011
- 2) 山元町：東日本大震災および津波の被害状況 <http://www.town.yamamoto.miyagi.jp/site/fukkou/324.html>
- 3) 国土交通省：東日本大震災の被災状況に対応した市街地復興パターン概略検討業務（その2） 山元町 調査総括表 <http://www.mlit.go.jp/common/000209557.pdf>
- 4) 今村 他：東北地方太平洋沖地震を対象とした津波シミュレーションの実施 東北大学モデル (version1.2) http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/events/tohoku_2011/model/dcrc_ver1.2.pdf