

マイクロ交通シミュレーションを用いた自動車による津波避難行動の評価

Evaluation of Tsunami Evacuation Behavior by Vehicles Using Micro-Traffic Simulation

室蘭工業大学理工学部創造工学科 ○学生員 加藤 広大(Koudai Kato)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 学生員 大井 啓史(Hirofumi Oi)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正会員 有村 幹治(Mikiharu Arimura)

1. はじめに

東日本大震災を契機として、自動車を利用した津波避難の在り方が問われている。東日本大震災では、自動車を利用した人の多くが交通渋滞に遭遇し、避難途中で津波に巻き込まれるという甚大な被害をもたらした。このような大規模地震発生時には、要配慮者の存在や避難路の状況等を踏まえ、やむを得ず自動車での避難せざるを得ない場合がある事から、避難計画を策定する際には、自動車の限界量を把握する必要がある。

津波避難における自動車利用に関するシミュレーションの既往研究として、次のようなものがある。澤田ら²⁾は徒歩避難困難地域において、徒歩利用と自動車利用の津波避難シミュレーションを実施し、許容自動車利用率を算出したうえで、それぞれの結果から徒歩と自動車の総合的な避難についてケーススタディを行っている。中居ら³⁾はボトルネックになると想定される高台の交差点を対象に、微視的なシミュレーションを行い、渋滞延長や待ち時間等の分析から、避難時の交通現象を分析している。このように、自動車避難における問題点が抽出されはじめている一方で、自動車利用における問題点は地域性により異なると考えられる。

本研究では、室蘭市中央町周辺を対象に、マイクロ交通シミュレーションを用いて、自動車による津波避難完了時間を把握する。また、ネットワーク上の自動車の台数を変化させ、感度分析を行うことによって、中央町周辺の自動車避難台数の限界量を把握することを目的とする。

2. シミュレーション条件

2.1 室蘭市中央町周辺の概況

令和4年1月、北海道は「津波災害警戒区域」を室蘭市内に指定した。その中で、本研究の対象である室蘭市中央町は、南北が海に面し、東西が山に囲まれているため、地震が起きた際には津波が集中して襲来する可能性がある。太平洋側から襲来する津波が約44分後に、室蘭港を回り込んでくる津波が約61分後に襲来し、挟み込まれるような状況になるため、被害が甚大になる恐れがある。避難の対象とした地区の人口と世帯数を表-1に示す⁴⁾。

2.2 シミュレーション対象日時

想定する地震の発生時間は、室蘭市の昼夜間人比率が昼間の方が高いため、午前9時とし、午前8時55分から午前11時までをシミュレーション対象時間とする。

表-1 避難対象地区の人口と世帯数

	船見町	栄町	本町	
人口	811人	646人	374人	
世帯数	530世帯	314世帯	247世帯	
	幸町	中央町	海岸町	計
人口	293人	964人	480人	3568人
世帯数	195世帯	531世帯	326世帯	2143世帯

表-2 避難先と駐車容量の一覧

避難先	駐車容量	避難先	駐車容量
本教寺	10	室蘭西中	450
室ガス文化センター	30	母恋会館	20
清水町会館	20	星蘭中学校	360
室蘭プリンスホテル	30	日本製鋼所室蘭労働組合	5
沢町会館	4	室蘭言泉学園	15
港町会館	2	北海道福祉教育専門学校	20
天照神社	5	母恋山経王寺	6
小橋町会館	10	安龍寺	50
みなと小学校	380	母恋南町会館	5
清水丘高校	1000	あいくる	200
ベルコ会館	30	地球岬小学校	300

2.3 想定津波規模

北海道は令和3年7月19日に「北海道太平洋沿岸の津波浸水想定」を公表した。津波浸水想定は、「発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波」が発生した場合に想定される浸水域と水深を表したものである⁵⁾。本研究では、地震発生から45分後を津波が到達する時間とする。

2.4 避難先

本研究で使用する避難先は、室蘭市が発行しているハザードマップに記載されている津波災害時に使用可能な避難所、計22箇所とした(表-2)。

避難先の駐車台数は、1台あたりの駐車スペースを15㎡とし⁷⁾、避難所周辺の駐車可能な場所の面積から算出した。津波浸水想定区域図と避難先を図-1に示す⁸⁾。

3. シミュレーションモデル

3.1 Vissim

本研究では、現実の交通現象を再現するためにPTV社の交通流マイクロシミュレーションソフトであるVissimを使用した⁹⁾。Vissimは1974年に開発された車両追従モ

デルにより動作し、現在世界 75 以上で利用されている。交通流マイクロシミュレーションでは 1 台ごとの車の挙動を表現することが可能である。本研究では、災害時の車両挙動を再現し、避難完了時間の計測や、アニメーションで渋滞現象を確認するために用いた。作成した道路ネットワーク図を図-2 に示す。

3.2 避難経路選択モデル

本研究では、最短経路で避難した場合と、均衡配分モデルを使用して避難した場合を検証した。

最短経路とは旅行時間を考慮に入れない、OD 間の距離が一番短い経路のことである。また、均衡配分モデルは、あらかじめ、各 OD 間の交通量が利用者均衡配状態になるまでシミュレーションを実行し、設定した動的配分プロセスが収束したときの配分結果を用いた。

3.3 信号機と入場規制

本研究では、信号機を設置した場合と設置していない場合の 2 つを検証した。信号機の設置場所は、幹線道路等交通量が集中すると想定される交差点において設置をしている。なお、信号がない交差点での車両の挙動はジッパー合流をするため、現実との乖離に注意しなければならない。

また、学校のグラウンドへの入場台数を 1 分間に 3～5 台に抑制する設定をした。理由としては、災害発生後すぐに学校のグラウンドが開放され、誘導員がいない中車がスムーズに入場するのは難しいと考えたためである。

3.4 交通量

本研究では、交通容量の限界量を把握するために、ネットワークに流入させる避難車両台数を徐々に変化させ、感度分析を行う。避難対象地区の世帯数から、1 世帯あたり約 1 台保有していると仮定し、2000 台を最大発生車両数とした。そして、2000 台、1700 台、1500 台、1300 台、1000 台、750 台、650 台、500 台と避難車両台数を徐々に変化させた。

避難車両の発生場所は、避難の対象とした地区の町丁目ごとにゾーンを分割し、セントロイドを配置して、車両を発生させた。そして、OD 表を作成し、表-2 の駐車容量に基づいて避難車両を割り振った。

また、避難中の車両の速度は一律で時速 20～25 km となるよう設定した。冬季の路面凍結の影響や、路肩に歩行者がいる場合の徐行運転等を考慮したため、このような速度設定とした。

4. シミュレーション結果

4.1 信号が停止した場合

地震が発生し、信号が機能しなくなった場合の検証を行った。

最短経路・均衡配分ともに 650 台の時に津波到達時の避難率が 100% となり、津波到達時間までに避難を完了することができた。(図-3、図-4)。

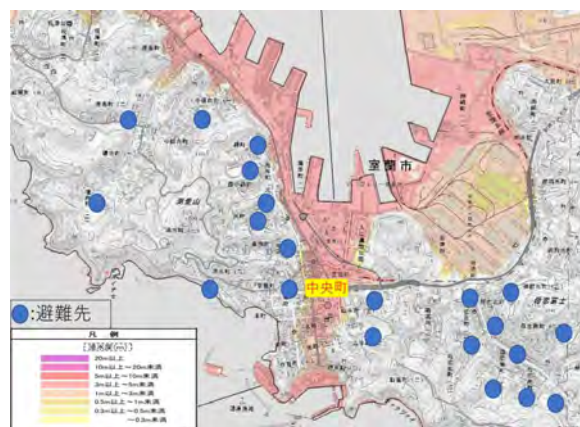


図-1 津波浸水想定区域図と避難先



図-2 道路ネットワーク図

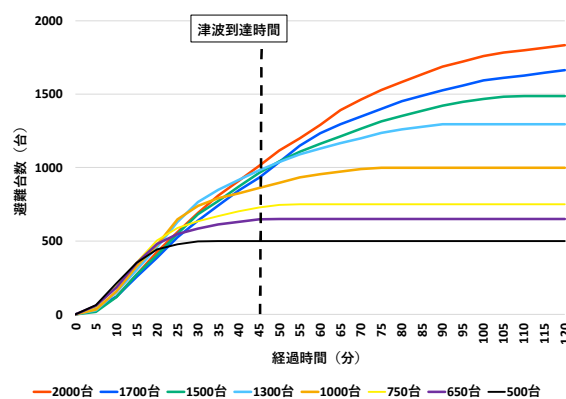


図-3 【信号なし】最短経路で避難した場合の結果

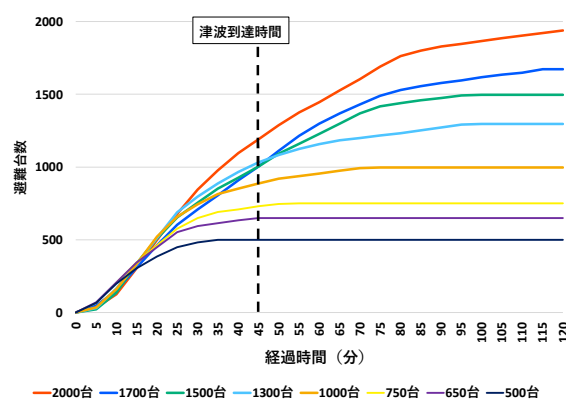


図-4 【信号なし】均衡配分モデルを使用した結果

4.2 信号機を設置した場合

次に、信号機を設置した場合の検証を行った。

結果としては、信号が停止した場合と同様に、最短経路・均衡配分ともに650台の時に津波到達時の避難率が100%となり、津波到達時間までに避難を完了することができた(図-5、図-6)。これらのことから、本シミュレーション上での中央町周辺の交通量の限界量は650台程であるということが分かった。

このシナリオでは滞留長も計測したが、駐車場前の滞留長を見てみると、清水ヶ丘高校の前の道路に、測量山展望台前の道路にかけて約2.6kmもの渋滞が発生しており、そのほかの避難所でも1~2km渋滞が発生していた。清水ヶ丘高校前の車両の渋滞の様子を図-7に示す。

4.3 主要渋滞ポイント

主な渋滞ポイントとして、以下の地点が挙げられる。

1. 室蘭新道から母恋地区へ向かうランプ部
2. 市立室蘭総合病院前の交差点周辺
3. 中央町商店街の交差点周辺
4. 清水ヶ丘高校前道路

渋滞ポイント1は、片側3車線道路の左側1車線がランプ部と接続するため、車線変更を待つ車両で300~350m程渋滞が発生していた。室蘭新道から母恋地区へ向かうランプ部の渋滞の様子を図-8に示す。渋滞ポイント2, 3では、避難車両が交差点に集中しており、渋滞が発生

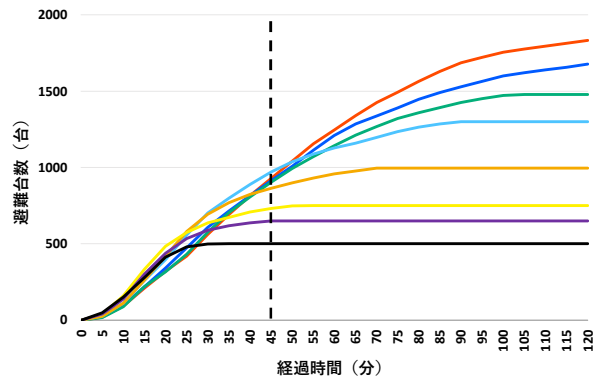


図-5 【信号あり】最短経路で避難した場合の結果

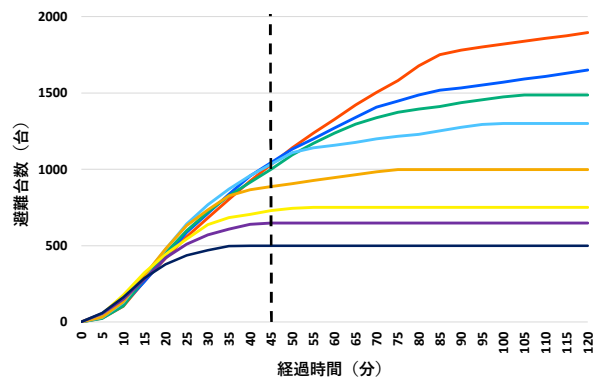


図-6 【信号あり】均衡配分モデルを使用した結果



図-7 清水ヶ丘高校前の車両の渋滞の様子



図-8 室蘭新道から母恋地区へ向かうランプ部の渋滞の様子



図-9 市立室蘭総合病院前の交差点周辺の渋滞の様子



図-10 中央町商店街の交差点周辺の渋滞の様子

していた。市立室蘭総合病院前の交差点周辺の渋滞の様子を図-9、中央町商店街の交差点周辺の渋滞の様子を図-10に示す。渋滞ポイント4については、避難場所の駐車容量が最も大きい清水ヶ丘高校のグラウンドに、避難車両が集中し、渋滞が発生していた。

5. おわりに

本研究では交通流シミュレーションを用いて、シナリオごとの避難車両の挙動を観察し、避難車両台数が変化すると避難率がどう変化するかを検証した。避難車両台数が650台の時、津波到達時間までに避難が完了していたが、この結果は極めて楽観的な仮定での結果である。実際には、交差点内で事故が起きたり、どこかで1台でも車を乗り捨てて避難をしたりした場合、そこから後続車は渋滞してしまうため、シミュレーションの結果以上に車での避難は渋滞が発生しやすいと考えられる。避難車両台数が500台の場合は避難が35分時点で完了していたため、津波が来た際は、高齢者など徒歩での避難が難しい人に限り、自動車での避難をするといった、500台程まで避難車両台数を減らす施策が必要であると考えられる。

今後の展望としては、歩行者がいた場合、横断歩道などを使用するため、車での避難はより困難になると考える。そのため、歩行者をシミュレーションに組み込んでの検証が必要だと考える。地震や積雪、乗り捨てられた自動車等の影響で、一部の道路が寸断された場合のシミュレーションも検証したい。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 23 年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査（住民）単純集計結果，中央防災対策に関する専門調査会 第 7 会合参考資料 1，p13，2011.
- 2) 澤田翼，倉橋奨，横田崇：徒歩避難困難地域における自動車利用を考慮した津波避難シミュレーション，第 64 回土木計画学研究発表会・講演集，2021
- 3) 中居楓子，畑山満則，矢守克也：マルチエージェントシミュレーションを用いた津波避難時の車利用にかかわる問題の分析，第 51 回土木計画学研究発表会・講演集，2015
- 4) 津波浸水想定区域図 室蘭市【全 3 図郭】，代表地点周辺で予想される津波諸元，p3，2021
- 5) 室蘭市統計書，室蘭市，p13,85，2021.
- 6) 北海道太平洋沿岸における津波浸水想定公表について，北海道，2021（<https://www.constr-dept-hokkaido.jp/ks/ikb/sbs/tsunami/shinsuisoutei/index2.html>）（最終閲覧日:2022/12/7）
- 7) 駐車場設計・施工指針について，国土交通省，p10，1992.
- 8) 津波浸水想定区域図 室蘭市【全 3 図郭】，p3，2021
- 9) PTV Vissim: PTV Vissim: Software for multimodal traffic simulation (ptvgroup.com) (最終閲覧日:2022/12/7)