

最適交通計画モデルを用いた津波避難ルールの策定方法

東北大学 学生会員 ○竹居 広樹
東北大学 正会員 奥村 誠

1. 研究の目的

津波避難において、やむを得ない場合の自動車利用が容認されたことから、多くの自治体では自動車を用いた津波避難計画の検討が必要となっていることを踏まえ、我々は自動車と歩行者の混合モードによる最適交通計画モデル¹⁾を構築してきた。本研究ではこのモデルを用いて各種の津波避難ルールのもとらす効果の最大値を明らかにし、ルール策定を支援することを目的とする。

2. 最適交通計画モデルと津波避難ルール

先行研究¹⁾で開発した運転者、同乗者、歩行者の混合モードを考え、避難者全員の津波遭遇リスクの合計値（以下、総リスクと呼ぶ）を最小化する最適交通計画モデルを用いる。

分析を行う津波避難ルールは、「A) 自動車利用率の制御」、「B) 途中乗車の許容」、「C) 歩行者専用化」、「D) コントラフロー」であり、表1に示す条件の下で分析を行う。

表1 計算条件

最大同乗人数（人）	2.0
運転可能率	0.5
要援護者率	0.1
途中乗車に要する時間（分）	3.0
歩行者専用化による容量拡大率	2.0
コントラフロー化による容量拡大率	1.5

3. 津波避難ルールの効果分析

本研究では、宮城県亘理町を参考に作成した2車線以上の道路ネットワークを対象に分析を行った。

A) 自動車利用率の制御

まず、対象地域全体の平均自動車利用率を最適に制御することの効果を確認する。図1に平均自動車利用率と総リスクの関係を示す。最もリスクが小さくなる平均自動車利用率は約52%である。このときの総リスクは、全員徒歩で避難した場合に比べて約26%、全員

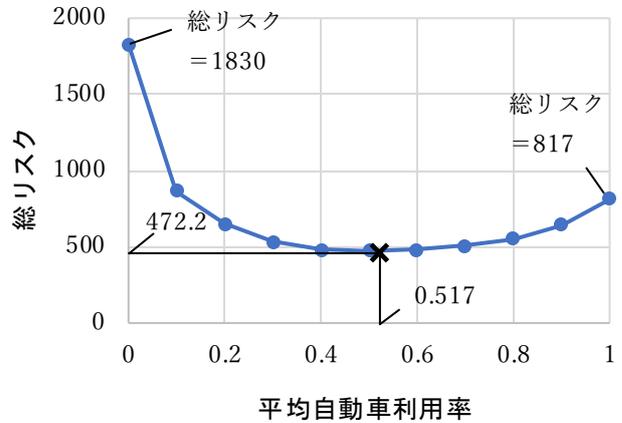


図1 平均自動車利用率と総リスクの関係

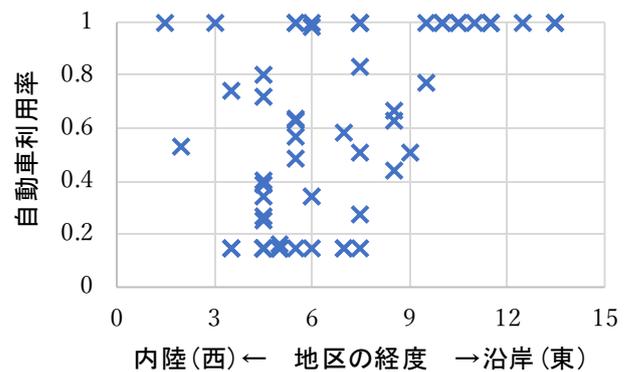


図2 起点地区の経度と自動車利用率の関係

自動車で避難した場合に比べて約58%に抑えられる。平均自動車利用率が最適値より小さいと、徒歩避難者が津波に巻き込まれる可能性が高まり、リスクが大きくなる。逆に最適値より大きいと、自動車による混雑や渋滞が発生するためリスクが大きくなる。図2に、最適な平均自動車利用率(0.517)の下での、出発地区の経度と自動車利用率の関係を示す。経度が大きいほど海に近い。避難距離の長い沿岸部の地区では自動車利用率が高い。一方、内陸側の地区では要援護者を避難させるだけの最低限の自動車利用率の値をとる地区が多く存在する。このことから、自動車は沿岸部の地区の住民に優先的に利用させ、内陸側の自動車の利用は沿岸部から出発する自動車の避難を妨げない範囲に留めるべき

キーワード 津波避難, 最適化, 自動車, 歩行者

だといえる。

以降の避難ルール B) ~D) の効果分析には、ルールの適用により平均自動車利用率が最適に調整されるモデルを用いる。

B) 途中乗車の許容

運転者が避難途中の歩行者を車に乗せて避難する途中乗車を許容することによる効果を分析する。図3は途中乗車の有無による自動車の累積通過台数の比較であるが、明確な道路利用形態の違いはみられなかった。図2に示したように沿岸部はほぼ全て自動車で避難しているため、表1の計算条件では取り残される歩行者が少なく、途中乗車の許容の効果は小さいといえる。

C) 歩行者専用化

道路区間を指定して自動車の進入を禁止し、歩行者専用化して歩行者の交通容量を2.0倍にすることを考える。歩行者専用化区間を最適に定める拡張モデルを解き、総リスクを確認する。図4に歩行者専用化区間の最適空間分布を示す。避難場所に近い内陸側の道路区間の一部のみが歩行者専用化されている。避難場所付近に人口が集中しており、避難場所に接続する道路が複数存在する場合、1本を歩行者専用化することで歩行者の交通容量が拡大し、総リスクを抑えることができる。

D) コントラフロー

コントラフローとは、双方向通行可能な道路を一方通行化させ、交通容量の拡大を図るルールである。対向区間の自動車の通行を禁止し、自動車の容量を1.5倍に拡大させる区間を最適に定める拡張モデルを解く。図5にコントラフロー区間の最適な分布を示す。沿岸から内陸に向かう道路区間の多くがコントラフロー化されることがわかる。

以上のルール B) ~D) の効果を、表2を用いて比較する。表2では、A) 自動車利用率の制御のみを行った場合と、それに各ルールを追加したときの、最小総リスクおよび平均自動車利用率を示す。本計算条件では、コントラフローのリスクの抑制効果が最も大きい。対象ネットワークの特徴として、沿岸地域から避難場所までの距離が長く、自動車で避難しなければ間に合わないこと、一方で沿岸から内陸に向かう道路の本数が少なく、容量が少ないことが、コントラフロー化の効果を大きくすることにつながったと考えられる。この時、最適な自動車利用率が約52%から約66%まで上昇する。

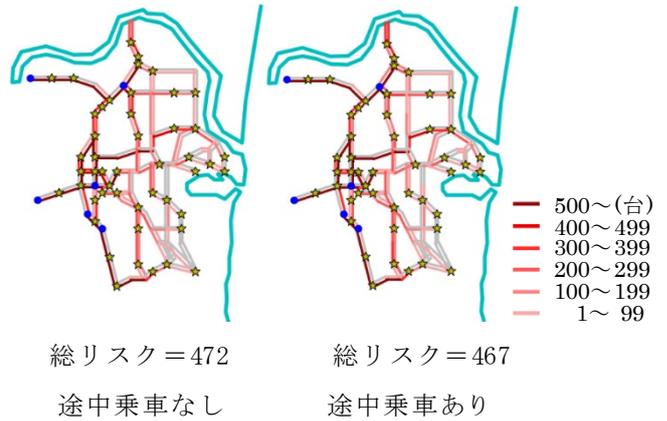


図3 自動車の累積通過台数の比較

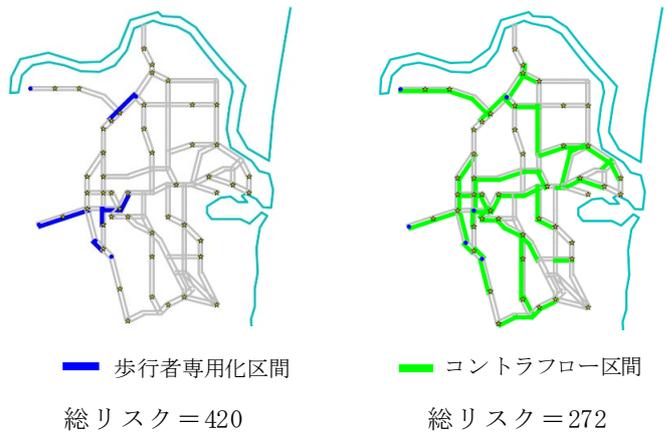


図4 歩行者専用化区間の分布

図5 コントラフロー区間の分布

表2 津波避難ルールと総リスク・平均自動車利用率

津波避難ルール	総リスク	平均自動車利用率
A) 自動車利用率の制御	472	0.517
A) +B) 途中乗車の許容	467	—
A) +C) 歩行者専用化	420	0.477
A) +D) コントラフロー	272	0.663

4. おわりに

本研究では、津波避難のルール化による効果を市町村レベルのネットワークで検討した。実際の避難ルール策定に際しては、避難者の行動原理や心理的、倫理的問題も考慮したより詳細な検討が必要と考えられる。

参考文献

1) 爪林康太, 奥村誠, 竹居広樹: 津波避難における途中乗車政策の効果分析, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.57, CD-ROM, 2018.