

歩車混在避難評価のための人工社会モデルの構築

Built on a Artificial Society Model for Vehicle-Pedestrian Mixed Evacuation

室蘭工業大学工学部建築社会基盤系学科 ○学生員 村上和馬 (Kazuma Murakami)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 学生員 生富直孝 (Naotaka Ikutomi)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正 員 浅田拓海 (Takumi Asada)
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正 員 有村幹治 (Mikiharu Arimura)

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災を境に、津波に対する防災や減災について数多く議論され、ソフト側からの対策が重要視されてきている。震災以前は原則禁止とされていた自動車避難も、地域特性や高齢化等の要因から徒歩による避難できないケースもあり、市町村単位での避難計画の見直しが進められている。

災害時の自動車避難に関する既存研究として、佐藤ら¹⁾は、東日本大震災の際に用いた避難手段の評価を ArcGIS およびハザードマップを用いて行っている。リアス部を持つ地域では渋滞が起りやすく、徒歩による避難が望まれる一方、平野部では避難所までの距離が遠いため、自動車が必要となる地域が多いことを明らかにし、徒歩と自動車の双方による計画的な避難の必要性を示している。

本研究の目的は、歩行者と自動車による避難を同時に評価可能なマルチエージェントモデルを構築し、乗車効率と歩行者・自動車避難の割合が避難完了時間に与える影響を定量的かつ簡便に評価することにある。

2. 避難モデルについて

マルチエージェントモデル²⁾は、個々(各エージェント)が、それぞれの行動ルールに基づいて行動した場合の全体現象を再現することに優れており、火災や地震などの災害時の避難行動シミュレーションに多く提供されている。本モデルはエージェントを歩行者と自動車の2種類に設定した。

歩行者避難に関しては、災害が発生した際の個々人の避難判断を表現するため、「避難判断確率」をルールに設定した。「避難判断確率」は、羽藤ら³⁾が陸前高田市で取得した避難行動データをもとに、およそ48分(=2880秒)で100%になるように線型に変化することと仮定した。今回のシミュレーションでは1stepが3秒であるため、避難判断確率を $S = (1/960) * t$ とし、各エージェントに乱数値 $p (0 \leq p < 1)$ を与え、 $p < S$ を満たすと避難移動を開始する(t は step 数)。最短経路については、ダイクストラ法を用い、リンクを持つノード間の距離を X 座標と Y 座標から算出し、これをリンクのコストとした。エージェントは自らが発生したノードから複数存在する避難場所ノードへの最小総コストをそれぞれ計算し、最もコストが少ない避難場所を選択する。経路選択では、現在地から避難場所までの総コストと、現在地から隣接するノードまでのコストと隣接ノードから避難場所までの総コストを足し合わせた値を比べ一致す

る隣接ノードへ移動する。ノードに到達したらそれを繰り返すことにより、避難場所まで最短経路で移動する。

自動車に関しては、混雑度と交差点を表すルールを組み込んでいる。混雑度は、あらかじめ決められた視野に存在する自動車を数え、自らの移動速度を定めるものである。交差点では、視野に信号が存在する場合に自動車が減速するようなルールを設定した。この2つのルールにより、自動車移動により生ずる交通渋滞を表現した。

表-1 エージェントの人口設定

	避難手段	0(%)	10(%)			100(%)
						
乗車効率	1人/台	徒歩	2400	2160		0
		自動車(1人/台)	0	240		2400
	2人/台	徒歩	2400	2160		0
		自動車(2人/台)	0	120		1200
	3人/台	徒歩	2400	2160		0
		自動車(3人/台)	0	80		800
	4人/台	徒歩	2400	2160		0
		自動車(4人/台)	0	60		600

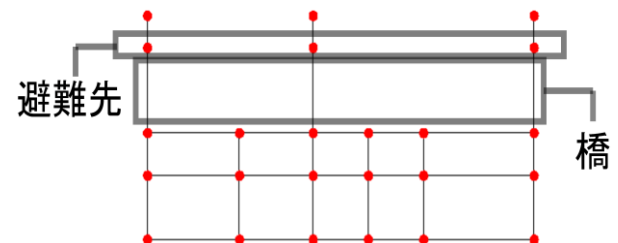


図-1 ネットワーク図

3. 避難行動シミュレーション

本研究では室蘭市東町及びその周辺を対象地域とした。室蘭市津波避難計画⁴⁾において、室蘭市東町の津波到達予想時間を48分としているため、本研究ではシミュレーション時間を48分間と設定した。

本研究では人口を2400人とし、徒歩避難と自動車避難の割合を10%ずつ変化させた。条件として自動車1台あたりの乗員数を1人から4人としてシミュレーションを行った。表-1にエージェントの人口、図-1に本モデルのネットワークを示す。

本研究では、徒歩と自動車による避難を評価するため、自動車に乗る人エージェントの数及び歩行者と自動車の割合を変化させた。それぞれのケースで避難完了割合や避難完了者を明らかにし、比較及び検討を行う。

シミュレーションでは、48分後の避難未完了割合(数

値上)と避難未完了者人数(数値下)の値を表-2 に示す。避難者未完了割合は、徒歩による避難の人数と自動車台数から算出しており、避難未完了者人数は、徒歩による避難の人数と、自動車台数に乗車人数を掛けた値から算出している。表-2 で網掛けがされている部分は、乗員数毎の避難未完了割合及び避難未完了者数の最小値を示している。また、全体の避難未完了割合をグラフとして出力した。そのうち、乗員 1 名の際のグラフ及び乗員 4 名の際のグラフをそれぞれ図-2、図-3 に示す。

図-2、図-3 では、乗員数が 1 人から 3 人の際と 4 人の際で、徒歩のみのグラフと自動車のみのグラフの交差の有無という違いがあった。避難開始直後は速度の面から自動車が優位に立つが、交差が起こった後は渋滞による減速で歩行者が優位に立つことを示している。48 分の間に交差がある乗員数が 1 人から 3 人場合は、4 人の場合よりも自動車での避難が適していないことが分かる。この傾向は表-2 の割合 0 %と 100 %を比較することでも分かる。乗員数が 1 人及び 2 人の場合には、自動車のみの避難のとき残存割合が共に最も高く、自動車が避難に生かせていないことが分かる。また、乗員数が 4 人の場合には、自動車の割合が増えると避難未完了者が減る傾向となり、自動車による避難が有効であると言える。

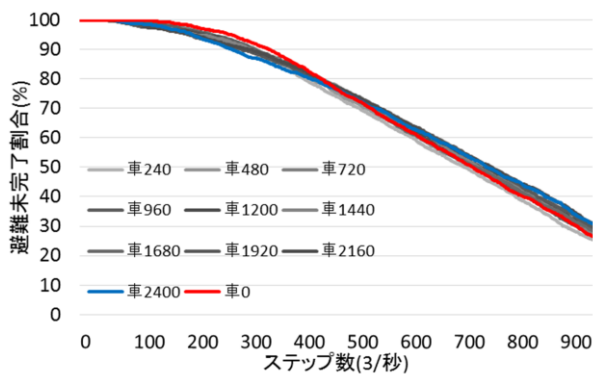


図-2 乗員 1 名

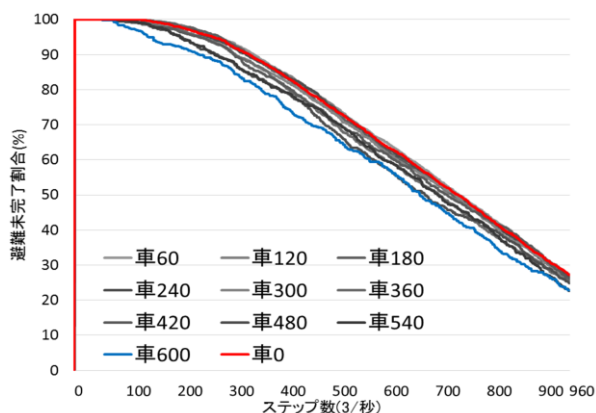


図-3 乗員 4 名

表-2 避難未完了割合と未完了者人数

		乗車人数1台当たり			
		1人	2人	3人	4人
避難手段に占める自動車の割合(%)	0	26.58% 638人	26.88% 645人	28.92% 645人	27.21% 653人
	10	25.42% 610人	27.41% 644人	26.65% 619人	27.39% 632人
	20	27.08% 650人	26.62% 630人	24.66% 555人	26.81% 598人
	30	27.33% 656人	24.71% 579人	26.30% 557人	25.75% 599人
	40	27.08% 650人	24.79% 564人	26.19% 609人	26.43% 594人
	50	28.83% 690人	27.33% 649人	24.88% 538人	25.80% 582人
	60	27.63% 663人	27.26% 650人	22.15% 485人	25.23% 564人
	70	28.71% 689人	26.99% 633人	27.50% 626人	26.05% 546人
	80	29.79% 715人	27.78% 657人	24.11% 578人	24.90% 590人
	90	31.04% 745人	26.06% 618人	24.48% 585人	22.69% 501人
	100	30.96% 743人	28.92% 694人	26.75% 642人	22.83% 548人

4. おわりに

本研究では、避難時における歩車の割合や乗員数の変化が避難行動に与える影響について簡易的に評価を行った。1 台当たりの乗員数が増加することによって、避難未完了割合が減少することを明らかにした。さらに、歩行者と自動車の割合の変化も避難行動に変化を与えていることが分かった。

今回のシミュレーションの設定ではリンクごとの道路容量や、避難先の自動車の容量が組み込まれていないため、あくまでも簡易的な評価にとどまっている。今後の課題として、上記の問題を改善し、さらにネットワークを拡充して広域的な活用についても検討する必要がある。

参考文献

- 1) 佐藤史弥, 平井寛, 南正昭: 沿岸市町村における津波避難手段の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, CD-ROM, 2014.
- 2) 山影進: 人工社会構築指南 artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門, 書籍工房早山.
- 3) 羽藤英二, 浦田淳司: 避難時の目的地集中性を考慮した空間的局在過程のモデル化, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, CD-ROM, 2013.
- 4) 室蘭市津波避難計画:
<http://www.city.muroran.lg.jp/main/org3250/documents/honpen.pdf>