

輪島地区におけるマルチエージェントシステムを用いた地震津波の最適避難経路に関する研究

金沢大学理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○大藤 愛子
(株)日本海コンサルタント 正会員 野村 尚樹
金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 宮島 昌克

1. はじめに

2011年3月に東北地方太平洋沖地震が発生し、津波によって多くの人命が失われた。これを踏まえ、国の防災指針では、ハード対策だけでなくソフト対策のあり方について見直しが進められている。一方で、地方都市においては過疎化や地域コミュニティの高齢化、防災リスク認知度に大きな個人差が生じており、津波避難をはじめとする地震津波防災対策が進んでいないという現状にある。

このような背景を踏まえ、本研究では2007年に能登半島地震の被害を受けた石川県輪島市臨海地区を対象として、地震津波避難シミュレーションを行う。地震津波発生時の最適避難経路を想定し、その結果を輪島市の地域住民に示すことにより、地域住民の防災意識を高め、地震津波発生時の避難状況を向上させることを目的とする。

なお本研究は、2014年度に野村が行った研究²⁾に基づくものである。

2. マルチエージェントシステムと設定条件

今回の研究では、マルチエージェントシステム(MAS)を用いて地震津波避難シミュレーションを行う。マルチエージェントとは、複数のエージェント(人)から構成されるシステムであり、エージェント自らの価値基準に従って自分の行為を自由に選択できる自立したエージェントが多数共存する環境をいう。交差点(ノード)と道路や階段等(ライン)によって構成され、特定の条件を与えられたエージェントがノードやライン上をそれぞれ移動する。なお、MASは(株)構造計画研究所のartisoc3.5を使用した。

本研究では、地域住民は避難所の場所を事前に正しく認知しているという条件下で、最短避難経路を通る設定とした。また、避難場所の収容量を超えた場合や避難場所が使用不可の場合は、現地点の避難場所から最も近い次の避難所に移動を開始することとし、避難は徒歩移動として設定した。図-1に今回使用した避難場所を示す。

3. 輪島市臨港地域概要

今回の研究対象とした輪島市臨港地域(以下、輪島地区)を図-1に示すが、人口12,338人、世帯数3,776を有する輪島市の約半数が対象となるメイン地区である。

4. これまでの避難シミュレーション

表-1に示すように、野村は津波が発生する時期・時間帯を変えてシミュレーションを行った。小坂の研究²⁾では、野村の研究¹⁾で行った個人避難シミュレーションの中でケース5が最も避難状況が悪い結果となったため、ケース5を基本条件として設定し、避難場所と収容人数の変更を行い、個人避難シミュレーションを行った。ホテルルートイン輪島を追加した場合をケース6、避難場所の収容人数を変更した場合をケース7、ルートイン輪島を追加し、さらに避難場所の収容人数を変更した場合をケース8として新たにシミュレーションを行った。その結果を表-1に示す。



図-1 輪島地区避難場所一覧

表-1 過去のシミュレーション結果(単位:人)

	ケース名	50分後の避難状況(人)			
		避難済	浸水域内に存在		
			避難前	避難中	合計
野村の研究結果	ケース1(平日・昼間・冬以外)	10646	491	447	938
	ケース2(平日・昼間・冬)	10442	485	599	1084
	ケース3(週末・夜間・冬以外)	10442	605	977	1582
	ケース4(週末・夜間・冬)	9757	615	1093	1708
	ケース5(週末・昼間・冬)	12986	608	1535	2143
小坂の研究結果	ケース6(ケース5+ルートイン輪島)	10794	612	3271	3883
	ケース7(ケース5+収容人数変更)	13353	602	1411	2013
	ケース8(ケース5+ルートイン輪島+収容人数変更)	11723	614	3161	3776

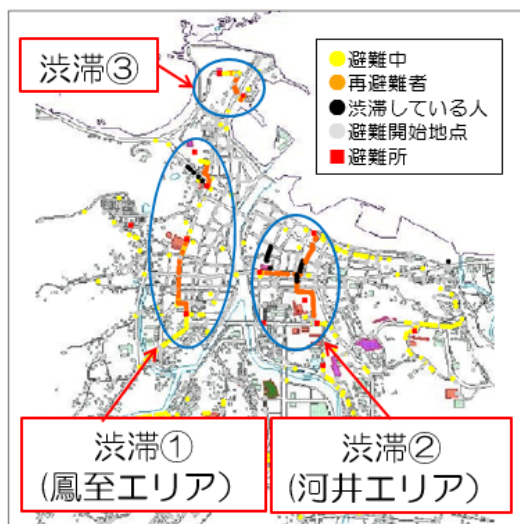


図-3 ケース8の渋滞エリア

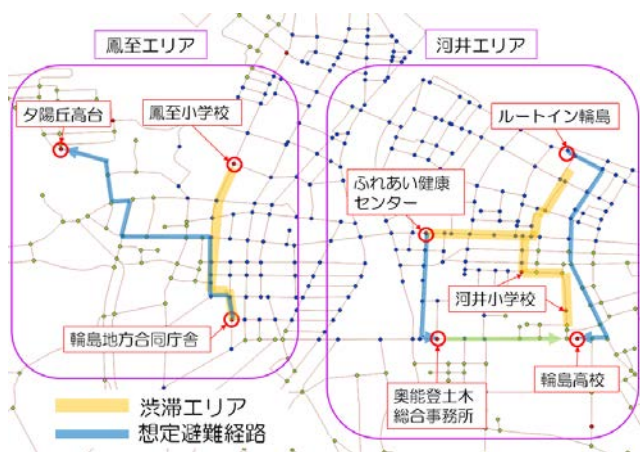


図-4 ケース9の想定経路

表-2 ケース設定詳細

ケース8	ケース5+ルートイン輪島+収容人変更
ケース9	ケース8+避難経路を指定(ルートイン輪島付近での避難制限なし)
ケース10	ケース8+避難経路を指定(ルートイン輪島付近での避難制限あり)
ケース11	ケース8+指定避難経路の途中で分散(ルートイン輪島付近での避難制限あり)

5. 避難誘導を考慮した避難シミュレーション

小坂の研究²⁾では、避難場所の収容人数や避難場所を単純に増加させても避難できる人数の増加に関してあまり効果は得られず、道路に渋滞が起きていることが大きな原因であることがわかった。ケース8で発生した渋滞エリアを図-3に示す。輪島市では新たにルートイン輪島を避難所に指定したため、本研究では小坂の研究におけるケース8を基本条件として設定し、収容量が超過した避難所からの再避難者の避難経路を指定することで渋滞の緩和を行うことを考えた。ケース設定の詳細を表-2に示す。

一例として、ケース9における避難経路を図-4に示す。

鳳至エリアでは輪島地方合同庁舎の収容量が超過したので、ケース8では次の最寄り避難所の鳳至小学校へ再避難を行っていたが、渋滞発生のため勾配の高い夕陽丘高台へ再避難者を誘導する。また、最短経路を考慮し、幅員3m以上の経路を選択している。河井エリアではルートイン輪島とふれあい健康センターからの再避難者をそれぞれ誘導する。ケース8では再避難者が河井小学校へ押し寄せたため、河井小学校付近の手前で大規模な渋滞が発生していた。よって、ふれあい健康センターからの再避難者を奥能登土木総合事務所に、ルートイン輪島から輪島高校へ誘導を行う。ルートイン輪島から輪島高校への経路は鳳至エリアと同様に、幅員3m以上の経路を選択した。他ケースにおいてもケース9と同様の考え方で経路を想定する。

ケース10では、鳳至エリアではケース9と同様に誘導を行う。河井エリアではふれあい健康センターからの再避難者に関してはケース9と同様であるが、ケース8においてルートイン輪島からの再避難者が3000人を超えていたことから、観光客や地域住民をルートイン輪島に一次避難をさせず、避難経路に到達した避難者を河井小学校と輪島高校へ二手に分けそれぞれ誘導する。

ケース11では、鳳至エリアでは合同庁舎から夕陽丘高台への誘導を行うが、鳳至小学校と夕陽丘高台との分岐点で、幅員比を用いて経路の分散を行う。河井エリアでは、避難経路はケース10と同様とする。ただし、ふれあい健康センターからの再避難者を、幅員比を用いて分散する。また、ふれあい健康センターからの再避難者とルートイン輪島から河井小学校への再避難者の合流地点で渋滞が予想されるため、幅員比を用いて分散する。

図-3における渋滞3のエリアは、全ケース共通の避難誘導とする。すなわち、鳳至公民館からの再避難者を鳳来山公園へ誘導する。また、輪島岬周辺では幅員が最も広い経路を選択し、天神山広場の勾配が高い側の入口へ誘導する。

シミュレーションの結果は、紙面の都合上講演時に発表することとする。

参考文献

- 1) 野村 尚樹:地震津波に関するリスクコミュニケーションと避難シミュレーションに関する研究, 平成25年度金沢大学博士学位論文, 2014.
- 2) 小坂 陽介:地震津波避難シミュレーションを用いた避難場所設定に関する研究, 平成26年度金沢大学学士學位論文, 2015.