

GISを用いたマルチエージェントシステムの 活用に関する検討について ～輪島市輪島地区の事例を通じて～ Examination of Multiagent System by Using GIS ～Case Study of Harbor Front in Wajima City～

野村 尚樹¹, 宮島 昌克², 山岸 宣智³

Naoki NOMURA¹ and Masakatsu MIYAJIMA² and Noritomo YAMAGISHI³

¹ 金沢大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

² 金沢大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

³ 金沢大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

Recently, a lot of earthquakes occurred in Japan. Damage has expanded because the risk acknowledgment to the earthquake was insufficient. It began to work on the individual disaster mitigation activity in a lot of regions. However, there is a big individual variation at the risk acknowledgment level in each region. This individual variation is an evil of the activity. In this study, the workshop and the shelter speed experiment were executed in the Wajima City harbourfront area where the severe earthquake had been experienced in recent years. This study is a part of the risk management research on the regional disaster prevention power improvement of the regional disaster prevention to the earthquake and tsunami disasters.

Keywords : multiagent system, shelter speed, workshop

1. はじめに

(1) 研究の目的

2011年の東日本大震災では、多くの犠牲者が発生した。地域住民の地震津波に対するリスク認知が不十分なために被害が拡大したと言われ、多くの地域ではそれらを教訓に自主防災活動に取り組み始めた。しかし、地域におけるリスク認知度に大きな個人差があり、活動の弊害になっていることも事実である。本研究では、近年に大きな地震を経験した輪島市臨港地域において、地震津波災害に対する地域防災力向上に関するリスクマネジメント研究の一環としてGISを活用したマルチエージェントシステムの活用について整理した。

(2) 既往の研究

GISやマルチエージェントシステムなどを用いた避難シミュレーションに関する論文は、土木学会や日本建築学会などで幾つか論文として取りまとめられている。その一例を以下に示す。

源らによる“自主防災組織で活用可能な津波避難シミュレーションシステムの開発に関する基礎的研究, 2007”¹⁾では、一つの町会を対象として、津波避難に関するアンケートを実施し、GISとペトリネットを用いて津波避難シミュレーションの適用について研究がなされている。田村らによる“街路閉塞を考慮した津波浸水時の避難シミュレーション手法の適用, 2005”²⁾では、がれきの飛散による道路閉塞率と津波浸水時の避難速度を定義した上で、モンテカルロシミュレーションを用いて

津波避難シミュレーションの適用について研究がなされている。大沸、守澤による“都市内滞留者・移動者の多様な状態と属性を考慮した大地震における広域避難行動シミュレーションモデル”³⁾では、大都市を対象として、火災延焼時の避難シミュレーションについてマルチエージェントモデルを用いて広域避難行動におけるリスク評価について研究がなされている。

しかし、既往の研究は研究のために構築したGISを用いて避難シミュレーションなどを行っており、この手法を多くの自治体で適用するには多大な費用が掛かってしまう問題点が残る。また、避難速度や避難行動特性などは既往の研究にて求められた数値を用いていることから、検証が行われていない点で若干の疑問が残る。

(3) 研究の位置づけと目的

本研究では、輪島市が保有する様々なGISデータ(平成17年に内閣府が47都道府県の市町村で実施した揺れやすさマップGIS, 固定資産GIS, 道路GIS)を用いて、平成19年に能登半島地震を経験した輪島市臨港地域を対象として、マルチエージェントシステムを構築するために必要な課題及び対策を整理することを目的とする。

- a) GISデータをマルチエージェントシステムに取り組むときの課題整理とその対処
- b) ワークショップやフィールド調査を実施し、避難行動意識を明らかにする。
- c) 避難速度実験を行い、マルチエージェントシステムにおける避難速度を明らかにする。

2. 庁内GISの活用

輪島市では様々なデータを GIS で管理しているが、そのデータは各々が独立しており統合されていない。県内の市町村でも輪島市と同様に GIS の統合化は進んでおらず、その原因としては、個人情報保護法の問題や部署間の壁、使用している GIS システムの違などが挙げられる。

(1) 輪島市 GIS データの現状

- 総務部防災対策室：揺れやすさマップ GIS データを保有しており、家屋の倒壊率や液状化についてデータ化されている。
- 建設部土木課：輪島市が管理する市道等を GIS データとして保有しており、道路番号、道路幅員、道路延長、起終点の標高等のデータを GIS 化している。
- 総務部税務課：固定資産台帳の GIS データを保有しており、家屋の建築年、構造形式、床面積等のデータを GIS 化している。

輪島市が保有する主な GIS は上記に示す 3 つとなるが、この中で最も取扱いが難しいのは c) の GIS データである。このデータの中には個人情報が多く記載されていることから、基本的に統合することが難しいデータとして扱われている。輪島市税務課でもこのデータを閲覧することができるのは限られた職員であった。

(2) GIS データの統合

- 3 つの GIS データは同じ座標系で管理されていないことから、座標系の統合が必要となった。マルチエージェントシステム上、厳密な座標系の整合は必要ないことから、GIS 上で共通する施設や点の二点間で座標系の統合を図った。
- 道路 GIS 上では、細街路や階段が認識されていないことが確認されたが、マルチエージェント上は必要な項目なため、今回は道路データを追加登録した。但し、今後は下水道 GIS 化が整備されれば、細街路データもスムーズに統合することが可能になる。
- 固定資産台帳 GIS 内の個人情報の取扱いは、個人名や税金に関する個人情報は事前に市側で統合する GIS データから削除して頂き、家屋の住所、建築年、構造、床面積等のみの GIS データを取り扱うことで対応した。

(3) GIS データとマルチエージェントの統合

GIS 上の道路データは路線単位で取りまとめられており、交差点で各々のデータが結線されていないため、マルチエージェントシステム上、交差点単位のノードで細分化する必要が生じたことから、交差点単位で道路を細分化し道路番号を追加した。

以上より、庁内の GIS データとマルチエージェントシステムを統合することができた。今後は、庁内の GIS データを統合し、基本となるデータは統一したルールの下で共有することで、GIS データの利活用の幅が広がる。但し、GIS データには個人情報が多く含まれていることから、情報セキュリティ管理を入念に行う必要がある。

3. 避難行動意識アンケート

(1) アンケートの概要

輪島市臨港地域は、海に近接して町会が点在し細街路が多い地域である。今回、この地域の住民を対象としたワークショップを 3 回開催し、その中で避難行動に関するアンケートとフィールド調査を実施した。避難行動アンケートの対象とした町会(輪島崎町、海士町、鳳至町、河合町)を図-1 に示す。この 4 町会を対象として、交差点に差し掛かった時にどちらの道を避難路として選択す

るかという点について、個人避難と家族避難に分けて調査を行った。調査は、パワーポイントを用いて行い、交差点から見える各道路の写真は数秒間表示して判断して頂いた。これは、地震時はとっさに判断しなければいけないことを勘案して設定した。



図-1 輪島市臨港地域(輪島地区)の概要図

(2) アンケート調査の結果

アンケート調査で用いた写真を幾つか抜粋して、写真-1 から写真-3 に示すが、輪島地区の特徴として、輪島崎町や海士町の 60% 程度以上が写真-1 に示す細街路であり、車が通行できる市道は少ない。また、写真-3 に示すように違法駐車が多いためこの町の特徴である。これは車社会となる前に集落が形成されたことから駐車場が不足していることが要因と考える。

避難行動意識アンケートの調査結果を表-1 に示す。現時点における住民の意識としては、個人避難の場合、細街路や急な階段であっても避難所が近ければ避難路として選択する割合が非常に多いことが確認できた。また、家族移動の場合は年配者への配慮から、幅の広い道路を避難路として選択する傾向が強いことが確認できた。

フィールド調査後に同じアンケートを行ったが、数値の差は僅かであった。これは 5 年前の地震(震度 5)で家屋倒壊が数件であったため、細街路であっても避難路になると答えた方が多く確認された。また、幅の広い市道では、個人避難と家族避難で若干の差が確認されたが、住民の殆どが避難路として選択した。但し、このような道路であっても、避難所への最短ルートではない場合は、細街路を選択する傾向が強いことも確認できた。

以上より、基本的には、個人避難では細街路や階段が避難路として選択され、家族移動の時はより安全な幅の広い道路を避難路として選択される傾向を確認することができた。しかし、どのアンケートにおいても避難路に最も近いルートが第一に選択された。

今後は、マルチエージェントシステムに入力するエージェントの行動条件に反映できるようにアンケート調査内容の精査及び分析を進める。



写真-1 細街路(幅員1~1.5m)



写真-2 階段(この上に高台がある)



写真-3 市道(幅員5m, 但し違法駐車が多い)

	フィールド調査前		フィールド調査後	
	個人避難	家族避難	個人避難	家族避難
細街路	69%	34%	58%	31%
階段	96%	48%	83%	45%
市道	96%	86%	93%	76%

表-1 避難行動意識アンケート一覧表(概要)

4. 避難速度実験

避難歩行速度に関する調査は幾つかの論文などに取りまとめられており、高知県海洋局漁港課による“漁村における津波対策基本方針”⁴⁾、Willisらによる“Human movement behavior in urban spaces”⁵⁾では、単独歩行・グループ歩行・年齢別における避難基本速度を計測している。既往の調査⁴⁾においては、倒れたブロック塀や飛散した瓦礫の上を走行した際の速度低減率や昼夜率も算出されている。今回はこれらの論文などで計測され

ている避難歩行速度に関して、輪島地区住民による避難速度実験を通じ、その妥当性について取りまとめる。

(1) 基本条件

実施日時：2012年11月11日10:00~12:00

実施場所：輪島高等学校体育館

参加者：輪島地区住民37名

年齢構成(才)	男性	女性
~19	3人	4人
20~60	10人	7人
61~	6人	7人
合計	19人	18人

表-2 参加者構成

マルチエージェントシステムでは、勾配や疲労による低減率や混雑度及び道路閉塞等を反映することが可能であることから、今回の実験では、写真-4に示すように障害物のない状態かつ混雑が生じない十分な幅員を確保して計測を行った。



写真-4 避難速度計測風景(昼間)

(2) 実施概要

- a) 単独歩行による年代別避難基本速度の計測
 - b) 家族歩行によるグループ別避難基本速度の計測
- ※両方とも昼、夜の2パターンで実施

(3) 計測内容

1周目116m, 2周目120m, 3周目120m, 全長356mのコースにおいて、スタート~ゴールまでの経過時間を計測し、全長から除して平均速度を算出する。その後、各項目別に速度値を平均し避難基本速度とする。なお、グループ歩行では協力して避難するものとし、グループ全員がゴールしたときをそのグループのゴールタイムとする。また、疲労による影響を軽減するため、セット間に十分な休憩を確保した。写真-5に示すように、夜については体育館をカーテン等により締め切り、照明を切った上で歩行者が簡易サングラスを装着した状況で行った。

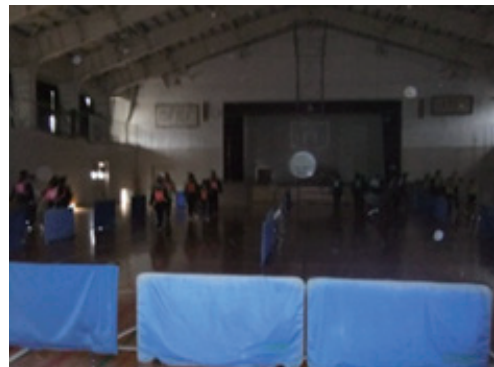


写真-5 避難速度計測風景(夜間)

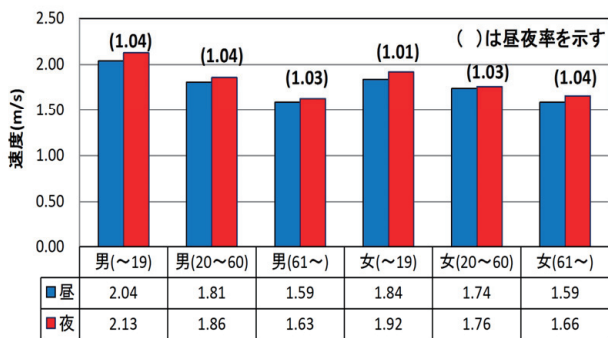


図-2 年代別避難基本速度

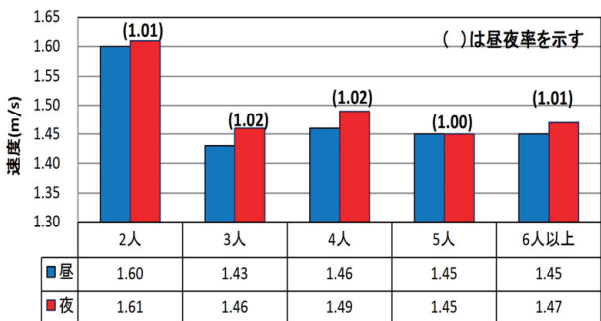


図-3 グループ別避難基本速度

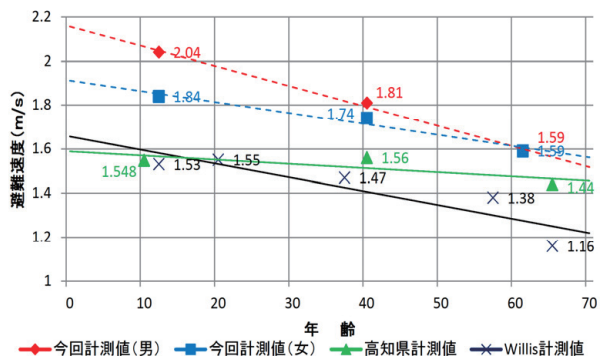


図-4 避難速度対比

(4) 計測結果

年代別避難基本速度およびグループ別避難基本速度を図-2, 3 に示す。図-2 より、男女ともに年代が上がるほど速度が減少しているが、女性の方が年代間の速度差は小さいことがみてとれる。図-3 より、家族人数が3~6人以上の家族では、速度が約1.45m/s程度となっているが、2人家族ではやや大きい1.60m/sとなっている。これは2人家族は成人2名に対し、3~6人家族は成人に加えて61歳以上を1名以上配置したことが要因と考えられる。Willisらによる計測ではグループ避難速度は1.36m/s程度となっており概ね整合している。また、年代別、グループ別ともに昼夜率が1倍強となっているが、夜間で前方や後方が見えない状況においての避難では、昼よりも不安が大きくなり焦ってしまうということや昼間計測の後に夜間計測を行ったことによる学習効果などが要因として考えられる。実際に参加者の感想からも同意見が多く得られた。

5) 避難速度実験のまとめ

今回計測値と既往計測値の対比を図-4 に示す。避難速度に若干の差はあるが、年齢の上昇とともに速度が低下

する傾向は概ね整合しており、その傾きはWillisらの計測値と類似していることが確認でき、マルチエージェントシステムのエージェントに与える避難基本速度を得ることができた。

5. まとめ

(1) GISとマルチエージェントの統合

庁内のGISデータを統合することができ、かつマルチエージェントシステムへの統合を行うことができた。今後はより円滑な統合へ向けて庁内GISの基本ルールの一化などが課題として整理することができた。

(2) 調査の成果

避難行動意識アンケート調査及びフィールド調査より、輪島市臨港地域の住民が考えている行動意識を確認することができた。また、避難速度実験では、既往の研究結果と対比することで、実験の妥当性を検証することができた。以下に調査より得られた成果を記す。

- 細街路や階段であっても避難所に向かう最短ルートであれば多くの住民が避難路として選択することが確認できた。
- 個人避難より家族避難の方がより幅の広い避難路を選択する傾向が確認された。
- 家屋が倒壊することを意識していないことが確認できた。
- 避難速度は年齢の上昇とともに速度が低下する傾向が確認できた。
- 避難速度の男女差は殆どないことが確認できた。

(3) 今後の課題

今回はGISを用いたマルチエージェントシステムを活用するに当たり、基本条件となる交差点における避難行動意識や避難速度を得ることができた。しかし、その結果については、未だ精査及び分析が不十分な点があることから、更なる研究が必要と考える。また、避難基本速度に対する勾配や疲労等の低減率、混雑度及び瓦礫等による道路閉塞率などまだまだ多くの課題を残している。

今後は、この調査結果を踏まえて、これらの課題を一つ一つ解決し、誰でもが気軽にできるマルチエージェントシステムの開発に関する研究を進めていく。

参考文献

- 源貴志, 成行義文, 藤原康寛, 三神厚, 澤田勉: 自主防災組織で活用可能な津波避難シミュレーションシステムの開発に関する基礎的研究, 土木学会地震工学論文集, P756-764, 2007.
- 田村保, 西畑剛, 森屋陽一, 瀧本浩一, 三浦房紀: 街路閉塞を考慮した津波浸水時の避難シミュレーション手法の適用, 土木学会海岸工学論文集第52巻, P1286-1290, 2005.
- 大沸俊泰, 守澤貴幸: 都市内滞留者・移動者の多様な属性を考慮した大地震時における広域避難シミュレーションモデル, 日本建築学会計画系論文集第76巻, P389-396, 2011.
- 高知県海洋局漁港課: 漁村における津波対策基本方針, P5-23, 2005.
- Willis et al, Human movement behavior in urban spaces, Environment and Planning B, Planning and Design31, P805-828, 2004.