

マルチエージェントモデルを用いた雪害シミュレータの検討と試作*

秋田大学 地域創生センター 水田 敏彦

1. 研究の背景と目的

積雪寒冷地の防災対策を推進するためには冬期間の災害対応が重要となる。特に冬期地震が発生した場合、堆積雪や屋根雪による直接被害の拡大が予想される。さらに、積雪に伴う避難および救助・救急活動といった直後対応には多くの困難が伴う恐れがある。このため日本でも有数の豪雪地帯である秋田県横手市では、地域防災力向上に向けた取り組みとして 2014 年と 2015 年の 2 月に積雪期の地震発生を想定した防災訓練が実施されている。

一方、現行の防災計画は夏期（無積雪）であることを前提としたものが多く、積雪期の災害に関する検討は少ない実情にある。そこで、冬期間における防災上の現状と課題について、横手市役所の危機管理課と消防本部の職員を対象に聞き取り調査を実施した(2013 年 4 月と 2015 年 12 月に実施)。調査の結果、主なものとして以下のようなことが挙げられた。

- ・屋根に雪がある状態の震度に応じた被害の状況を市は想定出来ていない。建物、道路、公共施設、人的の各被害の想定が出来ていない。そのため、救援については考えるところまで達していない。おそらく巨大地震発生時には、除雪自体が無理ではないかと考える。
- ・道路除雪が出来なければ、ほとんどの救助活動に大変な支障が出ると思われる。
- ・屋根雪の重さで家の扉（特に引戸）が動かなくなることがあり、避難等に影響する。また、民家でも非常口（勝手口）は雪で塞がれるところも多く、雪囲いのため脱出口が少なくなる。
- ・積雪時にも迅速に消火活動を行うため、地元各消防団の協力を頂きながら消防水利の除排雪を行っているが、数が多く苦慮している。また、落雪による L P G ボンベ・灯油ホームタンクの本体・配管破損によりガス漏れや灯油漏れが多くなる。建物火災の際、屋根に積雪がある場合、倒壊危険が高いため消火活動には注意が必要である。
- ・地震災害発生時の緊急避難場所は積雪時には雪捨て場となっている。通常の防災計画では積雪時に対応できない。また、避難場所は建物までは除雪がされていると思うが、非常口等はされていないだろう。除雪しない公共施設の駐車場もあることから、有事の際、支援隊に駆け付けてもらっても駐車場の確保に難儀する。
- ・雪があった場合は、企業・会社等でも活動する前に敷地の除雪が必要なため、即支援活動を行なえる状態ではない。
- ・雪崩に関しては想定も出来ないことから、容易に救助に行くことが出来ない。

このように多くの課題が指摘されているが、積雪の影響が全体としてどのようになるかを単純に知ることは難しい。このような相互に影響を与えあうような状況を検討する場合、マルチ・エージェント・シミュレーション¹⁾が有効であると考えられる。そこで、本研究では横手市を事例として取り上げ、マルチエージェントモデルを用いて、雪の影響を考慮可能な地震災害シミュレータの開発を試みることを目的とする。

*Study of snow damage simulator using multi-agent model by Toshihiko MIZUTA

2. 積雪期地震に対する豪雪地帯横手市の対策例

横手市は秋田県の南東部に位置し、2005年に近隣8市町村が合併して約人口10万人が暮らす秋田県で第2の都市となっている。日本でも有数の豪雪地帯で冬の「かまくら」が有名であり、市の多くは豪雪地帯対策特別措置法に基づく「特別豪雪地帯」の指定地域となっている。

雪対策に関しては、2013年に「横手市総合雪対策基本計画」が策定されており、緊急時の対策の重点施策の中に「積雪期の地震対策」²⁾が設けられている。降雪期の地震に備えた情報の発信、積雪を考慮した避難計画の検討、寒冷対策の推進、積雪期地震への対応策の整備が検討項目として掲げられている。また、地域防災力向上に向けた取り組みとしては、2014年と2015年の2月に積雪期の地震発生を想定した防災訓練が実施されている(写真1)。厳冬期の本格的な訓練は全国的にも珍しく以下に概要を示す。

2014年2月23日 テーマ：孤立集落の救助搬送訓練

会場：横手市増田町狙半内(さるはんない ※山間部に位置する)

内容：①車両参集訓練

②交通規制訓練

③地域住民による救助・救出・搬送訓練

④現地対策本部設置運用・情報伝達訓練

⑤自衛隊による雪上救助・搬送訓練

2015年2月22日 テーマ：市街地での初動期の対応

会場：横手地域中心市街地

内容：①自治組織による安否確認、避難誘導

②地元消防団によるケガ人、災害時要援護者の救助、搬送

③(冬季)避難所開設



写真1 横手市における冬季の地震発生を想定した防災訓練の様子
(上：2014年2月23日 下：2015年2月22日 水田撮影)

3. 雪害シミュレータの概要

3.1 シナリオ

本研究では積雪期の地震を想定した。地震発生後、屋根雪や倒壊した建物の瓦礫が家屋の脱出口や一部の道路を塞ぐ。このような状況で、住民は避難活動を行う。途中、救助要請者を発見した住民は救援するか、避難を続行するか個人の判断で行動し、塞がれている道路や危険な場所は避け、被害の少ない道を通りながら最終的には避難所まで向かう。また、除雪車や重機は救援のため避難所までの除雪や瓦礫の除去等を行う。このようなシナリオを設定してモデルを作成した。

3.2 モデル

図1は本研究で試作した雪害シミュレータである。エージェントの設計は「住民」「車両（除雪車・重機）」と「建物」「道路」「避難所・避難場所」を定義し、そして被害の状況に応じて生成される「瓦礫」「落雪」「救助要請者」のエージェントをモデル化した。避難行動はダイクストラ法を利用し最短経路計算で得られた結果を使用している。また、除雪車は閉塞した道路の除雪を行い、重機は家屋倒壊により発生した瓦礫などを撤去し閉塞した道路の復旧や家屋倒壊等により閉じ込められた住民の救出を行うことができる。空間のモデル化にあたっては、対象地域は横手市中心部とその周辺とし、セルの1辺を1mとするメッシュ構造の2次元格子モデル、サイズは南北5000×東西4445として構築した。

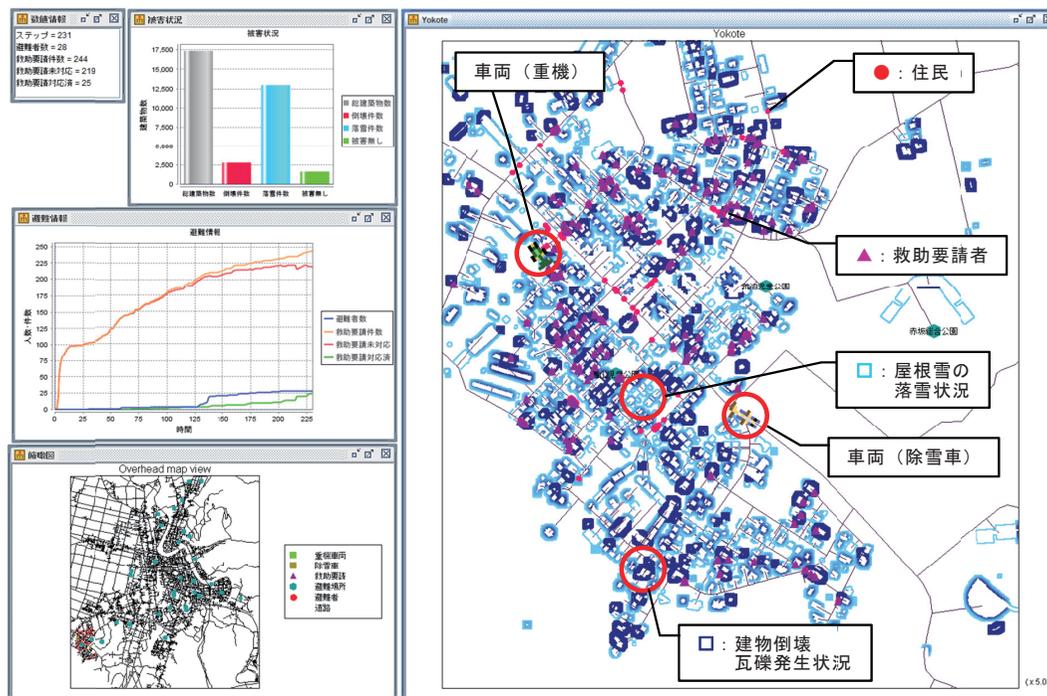


図1 試作した雪害シミュレータ

