

災害直後における被災者の移動行動シミュレーションに関する基礎研究

東京都市大学大学院工学研究科 学生会員 ○菊池 弘太
財団法人 電力中央研究所 正会員 梶谷 義雄
東京都市大学大学院工学研究科 正会員 吉田 郁政

1. はじめに

地震災害によって引き起こされる社会経済的な問題は数多く存在するが、なかでも被災後の交通量のマネジメントは極めて大きな問題となる。例えば、道路被害や緊急避難等の交通需要の増加によって引き起こされる交通渋滞は、消火活動等の様々な救援活動を阻害する可能性が高く、被害の拡大につながると考えられる¹⁾。また、人口の集中している都市部では、公共交通機関が麻痺に伴い帰宅困難者が大量に発生することが予想され、この帰宅困難者に対する備蓄や避難場所等の不足が被害拡大の要因になると考えられている。このような災害発生直後における二次的被害への対策を講じるためには、災害直後の人口分布の適切な把握と、その後の人々の移動行動の動機やその結果生じる現象についての詳細な検討が必要である。

2. ABM の概要とシミュレーションへの適用

本研究では、災害時において多くの被災者の移動行動の動機となる家族等の安否確認²⁾を取り上げ、被災者の移動や集中に起因する諸問題について検討するための分析ツールを作成することを目的とする。この種の検討を行うことで、災害時の交通需要や混雑予測の問題だけでなく、地域コミュニティにおける災害時の労働力の確保の問題や情報伝達の問題解決などにも役立つものと考えられる。

分析手法としては、人の移動行動とそれによって引き起こされる現象を再現するために、構成要素同士の相互作用やそれに伴う現象の再現に適したエージェントベースモデル（以下、ABS）の手法を活用することとした。上記のような現象をシミュレーション上で再現するためのモデルを作成し、作成したモデルを用いて、二次的被害への対策とその有効性を評価する。

ABMとは一般的に、エージェントと呼ばれる自立した個々の主体が多数集まり、相互に依存し合っているシステムのことである³⁾。また、エージェントとは、環境（エージェントが存在する空間や場のこと）

を知覚し、エージェント毎に設定された個別のルールに従って判断し、行動する主体のことである。ABMにおけるエージェントは、行動することによって環境や他のエージェントになんらかの影響を与えることができる。またその結果、環境や他のエージェントとの相互作用によって変化するエージェントもあれば、自身はまったく変化のないエージェントも存在する。このようにABMシミュレーションでは、現象全体をモデル化するABM以外の手法とは異なり、現象の構成要素をモデル化することでエージェント同士の相互作用やそれによって引き起こされる現象を観察できる。

そこで本研究では、ABMの手法を用いて災害時の人の移動によって生じる混雑や交通渋滞を始めとする諸問題について基礎的な検討を行う。

3. 災害直後移動行動シミュレーションモデル

（1）シミュレーションモデルの概要

大規模な災害が発生した場合、多くの人は自宅へ戻ろうとするが、仕事や買い物などで自宅から離れた地域にいる場合も考えられる。そのため本研究では多くの人々の行動範囲を満たす広範囲のシミュレーション（図-1の（1）広域）とそれぞれ個別の目的地を再現する詳細なシミュレーション（図-1の（2）狭域）のこの二つの空間スケールの異なるシミュレーションを作成し相互リンクさせることで、より効果的な検討が可能となるよう試みた。

また広域シミュレーションは新潟県の大部分を範囲とし、主要な幹線道路や比較的交通量の多い道路のみを道路として設定した。シミュレーション上に交差点を56箇所、交差点のリンク（道路）を93箇所設定することとなった。一方、狭域シミュレーションは長岡市駅前付近を対象とし、交差点を107箇所、交差点のリンク（道路）を140箇所設定した。

（2）シミュレーションの特徴

本シミュレーションモデルは最短経路計算機能を持ち、目的地までのエージェントごとの最短経路を計算することができる。今回作成したモデルではコン

キーワード エージェントベースモデル、自然災害、帰宅行動

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104



(1) 広域 (2) 狭域
図-1 対象とする地域

コンピュータへの負荷を軽減させるため、シミュレーション実行前に最短経路を計算し、その後エージェントは目的地までの最短経路を取得、シミュレーション実行時にはその取得した最短経路を移動するように設定した。

さらにモデルに混雑の要素を取り入れ、エージェントは同一座標上のエージェント数に応じて速度を変化させるように設定した。同一座標上のエージェント数が5個以上の場合と3個以上5個未満の場合は速度がそれぞれ1/3、1/2に減少する。

また、災害時の交通状況を再現するために、事前の設定で道路破損箇所を設定し、その場所の通行を不能にすることができるようにした。エージェントの通る経路上に道路破損があった場合は、道路破損地点まで進んだ時点で、道路破損地点を迂回し目的地へと到達する最短経路を調べ、その結果に従って移動する。

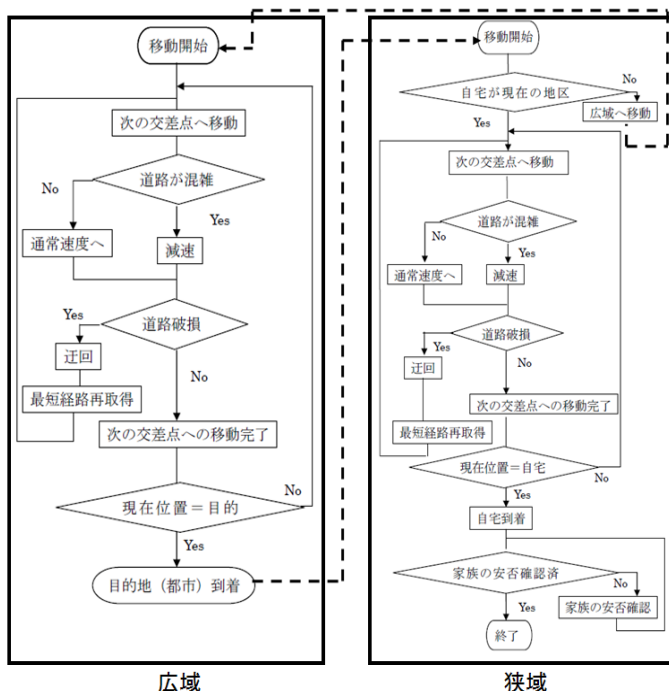
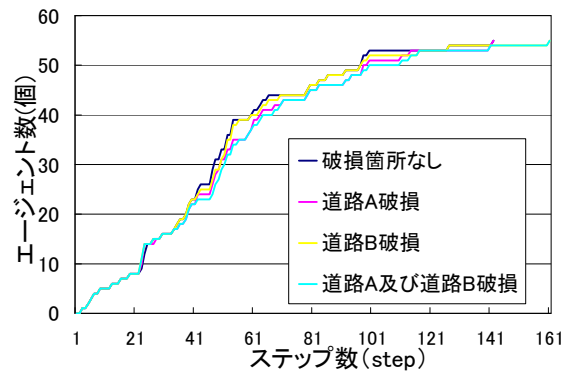
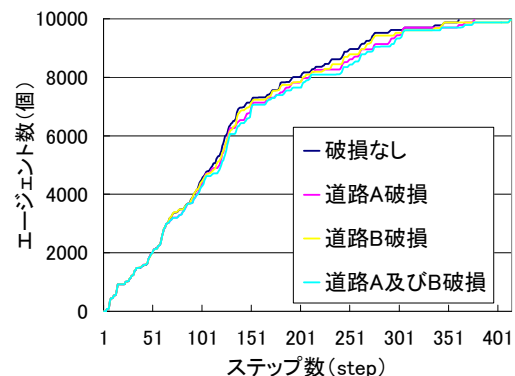


図-2 フローチャート図

4. シミュレーション結果



(1) エージェント数 56 個



(2) エージェント数 9955 個

図-3 シミュレーション結果

5. まとめ

今回のシミュレーション結果によって人々の移動時間の違いから道路の重要度評価が可能であることを示すことができた。尚、シミュレーションの実行など動的な部分については講演時に譲る。今後は視認性の向上、特性の異なる狭域地域の追加が必要である。

参考文献

- 1) 総務省消防庁, 阪神・淡路大震災関連情報データベース, <http://sinsai.fdma.go.jp/search/>, 2009.2.6
- 2) 木村玲欧, 林春夫, 立木茂男, 田村圭子, 堀江啓, 黒宮亜希子: 新潟県中越地震における被災者の避難行動と再建過程—総務省消防庁及び京都大学防災研究所共同実施調査—, 地域安全学会論文集, No.7, pp.161-170, 2005.11
- 3) 大内東, 山本雅人, 川村秀憲: マルチエージェントシステムの基礎と応用—複雑系工学の計算パラダイム—, コロナ社, 2002.4.26