

エージェントベースモデルを用いた大規模地震津波災害時医療活動のシミュレーション

東北大学工学部

学生会員 ○佐々木 友見

東北大学災害科学国際研究所

正 会 員 マス エリック

東北大学災害科学国際研究所

正 会 員 越村 俊一

1. はじめに

災害急性期（発災直後から72時間程度）の災害対応において、救命医療のニーズは発災直後に爆発的に増加し、時々刻々と減少するため素早さと効率性が求められる。災害対応では、直接治療を行う医療機関だけでなく、消防や自衛隊など複数の機関が協力して活動を行っている。そのため、迅速な災害対応には、関係機関の連携と調整が必要である。災害対応の各関係機関の行動と相互作用を確認する手段として、エージェントベースモデル（以下、ABM）を用いたシミュレーションがある。ABMとは、各機関の対象者をエージェント（ミクロ）として設定し、その行動を定義することから、創発現象と呼ばれる全体の動き（マクロ）をコンピュータ上で再現するものである。災害時搬送については、荒木（2008）が地震時の災害搬送に着目したABMを構築した。このABMでは、新潟中越沖地震の環境を対象にモデル化していたため、その後の関係機関の組織体制の変化が考慮されていない。

そこで本研究では、将来発生が予測されている南海トラフ時の徳島県徳島市を参考に仮想空間上でABMによる地震津波災害対応モデルを構築した。また、徳島県徳島市で行われたDisaster Medical Assistance Team（以下、DMAT）の訓練と徳島市の基本的な情報を基に、各パラメータの初期値を設定し、異なる条件下でシミュレーションを実行した。

2. エージェントベースモデルの構築

(1) 対象地域

モデルは仮想地域の20 × 10kmの領域を対象地域として設定した。

(2) モデルの概要と対象時間

対象時間は、災害発生直後を開始時間として、災害発生から72時間までをシミュレーションの対象にしている。また、シミュレーションの時間ステップは、1秒とした。

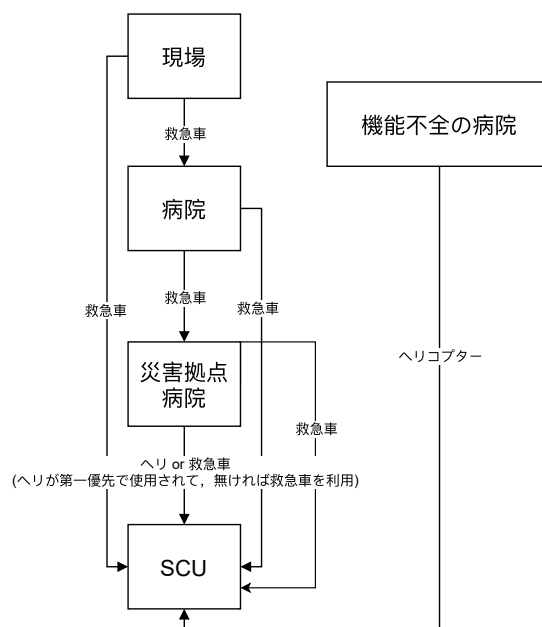


図-1 モデル内の搬送フロー

(3) エージェントについて

モデル内で定義したエージェントは、被災者、病院、医師、DMAT隊、災害拠点病院（DBH）、Staging care unit（SCU）、DMAT本部、救急車、ヘリコプター、Emergency Medical Information System（EMIS）、参集拠点、消防署である。主要なエージェントについて行動ルールの設定内容と理由について以下に記述する。被災者エージェントは、トリアージレベル毎に出現割合を設定し、そのトリアージレベルは、緑、黄、赤、黒の4段階に設定した。これは災害発生時、被災者が消防隊や警察などによって発見され、医師などの医療従事者によってトリアージが行なわれる過程を参考に設定した。病院エージェントは、被災状況に応じて病院の状況（ニーズ）を設定した。病院ニーズは、病床数、医師数、受け入れている患者数、建物の被害度合の4要素から決定している。DMAT隊は、最初参集拠点に集合した後、各病院に派遣されるように設定した。派遣は、EMIS上に情報を共有していない病院を最優先に、後は病院ニーズに応じて派遣されるように設定した。モデル内の搬送フローを図-1に示す。また、各エージェント間の関係を図-2に示す。

キーワード：エージェントベースモデリング、災害対応、災害医療、DMAT、EMIS、地震

連絡先：仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 E302, TEL: 022-752-2082, FAX: 022-752-2083

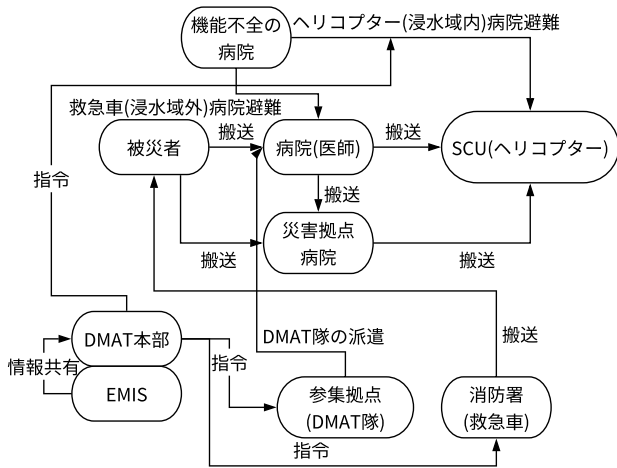


図-2 災害対応時の各エージェントの関係

3. パラメータの設定

モデルを構築した後、各パラメータの初期値を設定した。

各パラメータの値は、表-1のように設定した。

モデルにおけるパラメータは、総傷病者数、病院数、DBH数、病床数、医師数、DMAT隊数、救急車台数、ヘリコプター台数、SCU数、DMAT本部の設置時間である。

被災者は、中央防災会議の南海トラフ地震の被害推定（内閣府，2012）を参考に徳島県徳島市の被害人口を用いた。病院数、DBH数、病床数、SCU数、ヘリコプター台数は徳島県で行われたDMATの災害対応訓練のデータを基に設定した。医師数、救急車台数は徳島県徳島市の医療機関の情報を基に設定した。DMAT隊数、DMAT本部の設置時間については、設定の根拠となる情報が無かったため、任意の値を設定した。医師数と病床数は、各病院毎に設定した。

4. シミュレーション結果

パラメータの初期値を基に、救急車の台数を0～10台に変化させて、シミュレーションを実行した。シミュレーション対象時間は30時間とした。その結果を図-3に示した。図-3の横軸は時間ステップを表している。縦軸は、トリアージレベルが黄と赤の被災者エージェントの病院への搬送者数を示している。この搬送者数では、各病院からDBHに搬送された患者と現場から病院に搬送された患者が同一だった場合、重複してカウントしている。

この結果より、救急車の台数が増加するほど、早い時間ステップでより多くの搬送が来ていることが分かつ

表-1 各パラメータの初期値	
各パラメータ	値
被災者	1600人
病院	6施設
DBH	5施設
病床	46床/1病院
医師	11人/1病院
DMAT隊	10隊
救急車	5台
ヘリコプター	1台
SCU	1拠点
DMAT本部設置時間	1時間

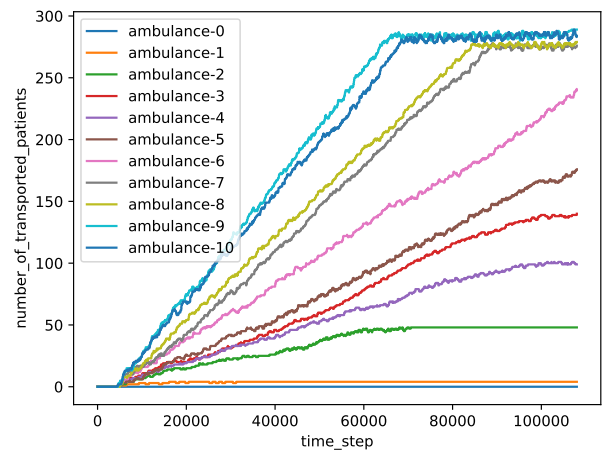


図-3 シミュレーション結果（救急車の台数を0～10台に変化）
た。今回は時間ステップ毎の搬送者数を見たが、最終的な搬送者数でも評価する必要がある。よって、6台までは収束していないため、対象時間を増やす必要がある。

5. おわりに

本研究では、地震津波災害対応モデルを構築した。また、各パラメータの初期値を設定して、そのパラメータのひとつを変化させてシミュレーションを実行した。今後はネットワークを追加して、実在地域を対象地域として、モデルの改善を目指す。

参 考 文 献

- 荒木 康弘，マルチエージェントシミュレーションを用いた地震災害時多数傷病者搬送活動のモデル化に関する研究—2007年新潟県中越沖地震時の傷病者搬送活動を考慮した事例—地域安全学会論文集，No.11，pp.1-9.，2008.
- 内閣府，南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（第一次報告）追加資料都道府県別の負傷者数一覧表No.3，pp.1-96.，2012.