

## 大規模地震津波災害時医療活動およびDMAT活動のエージェントベースモデルの提案

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から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シミュレーション（以下、ABS）がある。災害搬送については、荒木（2008）が地震時の災害搬送に着目したABSを構築した。このモデルでは、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対象にエージェントベースモデル（以下、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、ベースラインを作成し、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

モデルは仮想空間の30km×10kmの領域を対象に設定した。

## (2) モデルの概要

ABSとは、各機関をエージェント（ミクロ）として設定し、その行動を定義することから、全体の動き（マクロ）という創発現象をコンピュータ上で再現するものである。

対象時間は、任意に設定可能で災害発生直後を開始時間として、最大で72時間後までシミュレーションが実行可能である。主なモデルの動きは、災害発生後に被災者

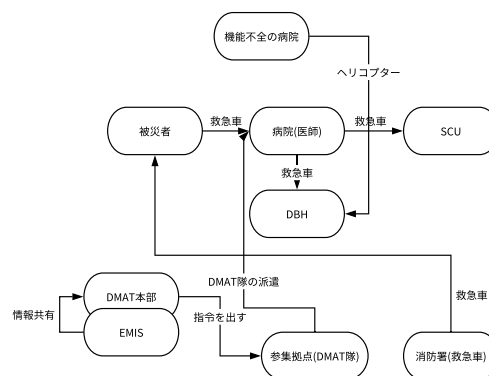


図-1 災害対応時の各エージェントの関係

の発生、各病院へのDMAT隊の派遣、重症度を考慮した救急車を用いた搬送などがある。このモデルは、徳島県徳島市で行われたDMATの訓練や災害対応の方針を参考に構築した。

## (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その行動ルールの設定内容と理由について述べる。被災者エージェントは、トリアージレベル毎にランダムに生成されるように設定し、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行動を参考にした。病院エージェントは、被災状況に応じて病院のレベル（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要素から総合的に判断を行う設定にした。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上に情報を更新していない病院を最優先に、病院のニーズに応じて派遣されるように設定した。

各エージェント間の関係を図-1に示した。また、主要なエージェントの行動ルール・活動内容を表-1にまとめた。

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

表-1 エージェントの活動内容・ルール

|        |                      |
|--------|----------------------|
| 被災者    | トリアージレベル (4段階) ごとに発生 |
| 病院     | 病院の状況 (ニーズ) を4段階で設定  |
| 医師     | 病院で治療を行う             |
| DBH    | 病院より災害に特化した病院        |
| SCU    | 広域搬送の最終搬送地点          |
| DMAT   | 各病院に派遣される            |
| DMAT本部 | DMATに指示を出す           |
| 救急車    | 現場から病院に患者を搬送         |

表-2 ベースラインの各パラメータ値

| 各パラメータ     | 値     |
|------------|-------|
| 被災者        | 8000人 |
| 病院         | 46施設  |
| DBH        | 5施設   |
| 病床         | 2132床 |
| 医師         | 500人  |
| DMAT隊      | 1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   |

### 3. ベースラインの設定

モデルを構築した後、ベースラインを設定した。

ベースラインの各パラメータ値は、表-2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ので、任意の値を設定した。医師数と病床数は、各病院毎の数ではなく、対象地域全体の数である。

### 4. シミュレーション結果

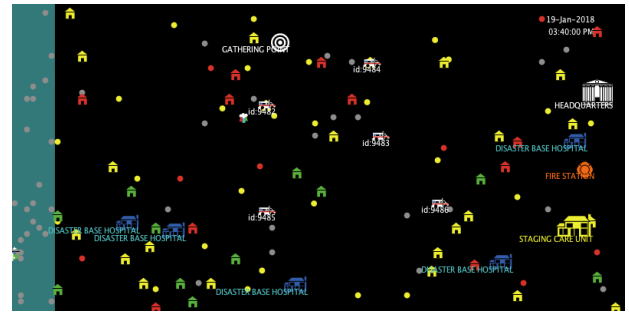


図-2 シミュレーション実行中のスナップショット(実行開始から2時間後)

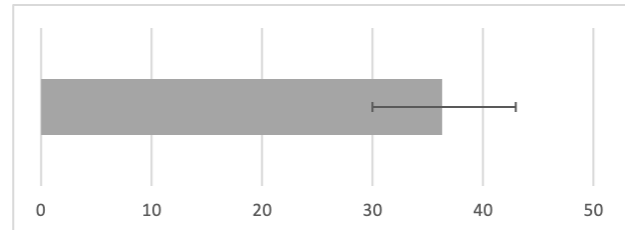


図-3 シミュレーションによる死者数(試行回数10回の平均値)

ベースラインで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2時間とした。シミュレーション実行中のスナップショットを図-2に示した。シミュレーション試行回数は10回で、その結果を図-3に示した。これより、同じパラメータでもエージェントをランダムに発生させているため、ばらつきがあることが分かった。シミュレーション試行回数を増やす必要があると考えられる。また、シミュレーション実行中の各エージェントの動きを見ることで、設定した通りにエージェントが行動したことを確認した。

### 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、ベースラインを設定して、シミュレーションを実行した。現在、各エージェントのパラメータ値を変更することで、様々な状況を想定したシミュレーションの実行をしている。また、今後モデル内のエージェントの行動を変更することで、戦略の検討を予定している。

### 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.