

2次医療圏を対象とした大規模地震津波災害時医療活動のシミュレーション

東北大学大学院工学研究科 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素早さと効率性が求められる。災害時の激増する医療ニーズに対応するために、阪神淡路大震災以後にDisaster Medical Assistance Team(DMAT)が設立された。災害対応では、直接治療を行う医療機関だけでなく、医療チームとしてのDMAT、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。災害時搬送に関する既往研究では、地震時の災害搬送に着目したABMを構築した研究がある。（荒木, 2008）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。局所災害に関して、災害現場から搬送先の病院内のプロセスをモデル化している。（Bae *et al.*, 2018）また、DMATの配置に関して、遺伝的アルゴリズムを利用して、最適な配置を求めている。（Chang *et al.*, 2017）

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で甚大な被害を受ける高知県の2次保健医療圏の1つである中央保健医療圏を対象にABMによる大規模地震津波災害時医療活動モデルを構築した。病院情報は、高知県災害時医療救護計画に記載の救護病院、災害拠点病院、SCUをモデルに取り入れた。（高知県, 平成31年）

2. 研究手法

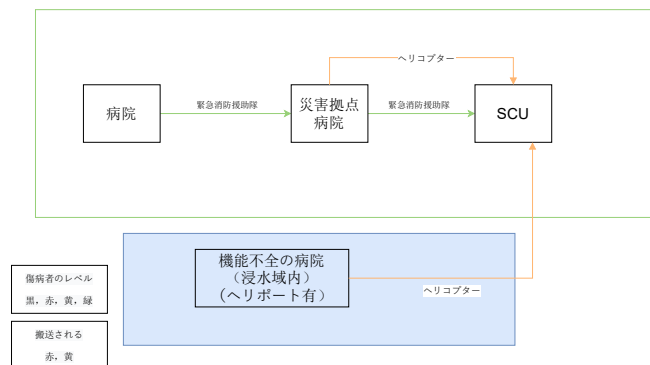


図-1 モデル内の搬送フロー

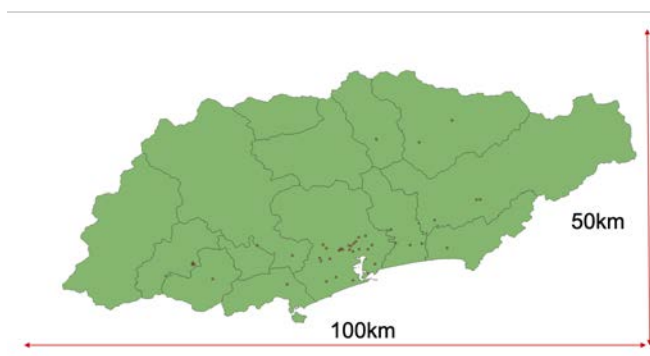


図-2 モデル内の対象地域

(1) モデル内フロー

モデル内の搬送フローを図-1に示す。上部の緑の線で囲まれた部分は、津波によって浸水していない地域であり、救急車を用いて陸路で搬送する。青色の枠は、浸水域であり、陸路での搬送は不可能なため、ヘリコプターで搬送を行う。

(2) 対象地域

対象地域は、高知県の2次医療圏の1つである中央保健医療圏とする。スケールは、縦50km、横100kmである。図-2に、モデル内の対象地域と対象とする病院を示す。

(3) 対象時間

対象時間は、災害発生から24時間後を開始時間とし、災害発生から48時間後を終了時間とする。また、シミュレーションの時間ステップは1秒とする。

(4) エージェント

モデル内で定義したエージェントは、傷病者、救護病院、災害拠点病院、Staging Care Unit (SCU)、救急車、ヘリコプター、である。

a) 傷病者

傷病者は、対象地域の病院に割り当てた状態を初期条件に設定する。トリアージレベルは黒、赤、黄、緑の4種類の重症度を設定した。搬送するのは、赤と黄の傷病者のみとする。

b) 病院

病院は、屋上ヘリポートと病床数を変数にする。病院状況(需要と供給のバランス)によって、赤、黄、緑、白の4段階に設定した。

c) 救護病院

救護病院は、現場に1番近く前線となる病院である。ある程度の病床を有しており、搬送を受け入れる体制がある。モデルでは、傷病者の発生位置を救護病院としている。

d) 災害拠点病院

災害拠点病院は、災害時に他の一般病院に率先して、傷病者に対応する病院である。搬送フローでは、救護病院とSCUの中間に位置し、前線である救護病院からの搬送を受け入れる。

e) Staging Care Unit (SCU)

SCUは被災地内航空搬送拠点であり、被災地内における広域医療搬送の最終搬送地点である。高知県では、1つの2次保健医療圏に1つのSCUが設置される計画である。

f) 救急車・ヘリコプター

この2つのエージェントは、搬送の役割を持つ。モデルでは、救急車・ヘリコプターはDMAT本部の指令で行動するように設定した。災害時の医療搬送については、地域医療搬送と広域医療搬送がある。地域医療搬送の定義は、都道府県や市町村災害対策本部が、消防・警察・海上保安庁・自衛隊などと車両や機体、時間を調整し搬送することである。また、広域医療搬送は、国が飛行プランの策定を行い、自衛隊の大型航空機を用いて行う搬送のことである。本モデルでは、被災地内の災害医療活動を対象としているため、地域医療搬送のみを行っている。リソース配分は、地域医療搬送に80%、広域医療搬送に20%配分されるように設定した。

3. シミュレーションの結果と考察

救急車の台数を変更させて実行したシミュレーション

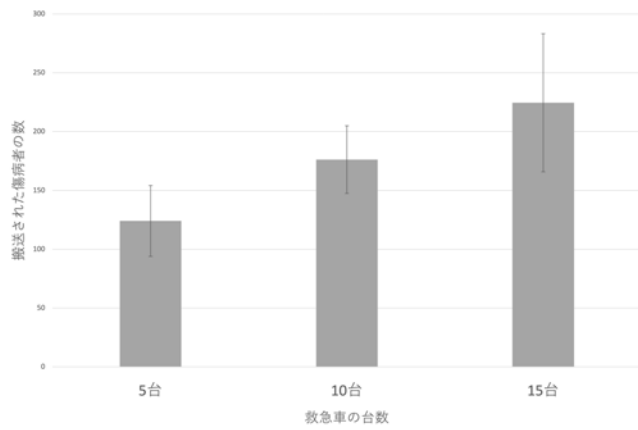


図-3 救急車の台数を変更させたシミュレーション結果
(棒グラフ:平均値, エラーバー:標準偏差)

結果を図-3に示す。救急車の台数を増やすと、搬送された傷病者数も増加することが確認できる。また、搬送された傷病者数の増加率を計算すると、5～10台では1.8倍、10～15台では1.3倍になっている。これは、救急車は近くの傷病者から搬送しており、救急車の台数が少ない段階では救急車の移動量が少なく、徐々に遠く離れた病院の傷病者を搬送するため、増加率は減少していると考えられる。

4. おわりに

本研究では、地震津波時の災害対応を想定したABMを構築した。モデル内のエージェントや相互作用の仮定に関して、詳細に記述した。今後の研究としては、GISなどで道路ネットワークや津波浸水予想を取り入れたモデルを構築していきたい。

また、搬送プロセスの最適化を考えており、強化学習のモデルへの導入を目指している。

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.
- Bae,W.,Shin,K.,Lee,R.,Lee,Jin.,Lee,T.,Kim,C.H.,Cha,C.,Kim,W.,Moon,C.: Evaluation of Disaster Response System Using Agent-Based Model with Geospatial and Medical Details, IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Syst., No.9, pp.1454-1469, 2018.
- Chang,S.,Kasuga,Y.,Deguchi,H.,Kanatani,Y. : Optimizing the Arrangement of Post-Disaster Rescue Activities: An Agent-Based Simulation Approach, J. Adv. Comput. Intell. Informatics, No.7, pp.1202-1210, 2017.
- 高知県, 高知県災害時医療救護計画平成31年4月改訂.