

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料  
〔令和2（2020）年度 研究進捗評価用〕

平成29年度採択分  
令和2年3月31日現在

理・工・医学の連携による津波の広域被害把握技術の深化と災害医療支援システムの革新

Fusion of sensing and simulation of tsunami damage assessment towards innovation of disaster medical system

課題番号：17H06108

越村 俊一（KOSHIMURA、SHUNICHI）

東北大学・災害科学国際研究所・教授



研究の概要

シミュレーション、センシングの統合による「広域被害把握技術」を深化させ、巨大地震津波による人的・物的被害推定量から被災地の医療救護需要の質と量を即時的に推定するとともに、被災地の医療活動状況を入力としたマルチエージェントシミュレーションによる災害医療・支援活動の予測・更新・意志決定を通じて、不確実状況下での最善の医療体制を明らかにする。

研究分野：自然災害科学

キーワード：津波、災害医療、シミュレーション、センシング

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災において報告された「防ぎ得た災害死” Preventable Disaster Death”」の存在が、災害医療活動のパラダイムシフトを要請している。「防ぎ得た災害死」の要因としては、発災後3日目以降からの医療需要の急増、医療需要と供給のギャップ（医療の空白）、医療救護班の適時・適材・適所の配備困難、医療物資不足、広域医療搬送の遅れなど、巨大津波災害特有となる問題が挙げられており、「広域被害把握技術」を災害医療に有効に活用する必要性が指摘されていた。

2. 研究の目的

「広域被害把握技術」を深化させ、巨大地震津波による人的・物的被害推定量から被災地の医療救護需要の質と量を即時的に推定、日々変化する被災地の医療活動状況を入力としたマルチエージェントシミュレーションによる災害医療・支援活動の予測・更新・意志決定を通じて、医療資源が圧倒的に不足する、不確実状況下での最善の医療体制を明らかにするとともに災害医療支援の革新を目指す。

3. 研究の方法

(1) 広域被害把握の深化により、全国規模での高分解能津波浸水リアルタイム予測と医療

施設・建物被害の予測および能動型センサの活用による広域被害把握を実現する。

(2) 浸水域内の動的な人口の推定に基づく被災者数の高度推定手法を構築し、浸水域内の滞留人口と人的被害を推定する。

(3) 災害直後の被害情報と医療施設の状況から、傷病者数、必要病床数、搬送者数の医療ニーズを統計的に推計する。

(4) 災害医療・支援活動の予測・更新・意志決定を行うマルチエージェントシミュレーションシステムを開発し、医療救護班の適時・適材・適所の配備の条件を明らかにする。

(5) 広域被害把握技術と災害医療支援のシミュレーションシステムの融合により、分析・意志決定機能を持つ革新的な「災害医療支援システム」を構築し、災害医療現場で活用するための方策を検討する。

4. これまでの成果

(1) リアルタイム津波浸水被害予測システムは、複数プラットフォームで最適化を実現した。最新のスーパーコンピュータである SX-Aurora TSUBASA、Intel 製の Xeon Gold 等を用いて性能評価を行い、全国規模の被害推計を行うためのコンピュータ資源量の算出を行った結果、10m 格子で 5 分以内に国内の太平洋全沿岸の被害推計が可能であることを明ら

かにした(図-1) [1]。

また、マルコフ連鎖モンテカルロ法(MCMC)を適用した新しい断層モデル推定手法を開発し、地殻変動を説明する断層モデルサンプルの機械学習から最悪の浸水シナリオを抽出する方法を考案した。

リモートセンシングによる広域被害把握も深化し、多様なセンサ情報の機械学習により、病院を含む建物被害を高度に把握できる技術を実現した[2]。

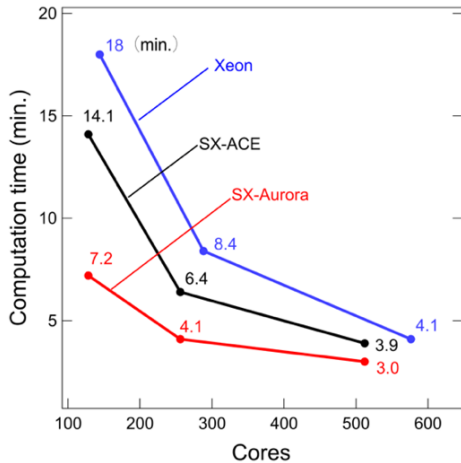


図-1 リアルタイム津波浸水被害予測のパフォーマンス[1]

(2)携帯電話から得られる大量の位置情報を解析することで、人々の活動状況、災害時の振る舞いを明らかにした。位置データの送信を許諾した人々だけのデータから、実際の人口を推定するための補正法を考案、時系列の位置データから滞在場所、移動状況などの推定をリアルタイムで処理するための手法を開発した。これにより、発生時間に応じた被災者人口の推定が可能となった。

(3) 東日本大震災時の匿名化された災害診療記録に基づく医療ニーズに関する疫学研究に取り組み、南三陸町の医療ニーズの経時的変化を明らかにした[3]。リアス式海岸でまだら状に津波浸水を受けた地域(気仙沼市)、広範に浸水を受けた平野部(石巻市等)での分析結果をとりまとめ、浸水域内人口、被害(予測)情報からの医療ニーズを推定するモデルを構築することが可能となった。

(4)災害派遣医療チーム(DMAT)が展開する医療活動をマルチエージェントシステムによってモデル化し(図-2)、自治体における地域防災計画及び地域医療計画との整合性を検証した。

## 5. 今後の計画

各課題で取り組んだ要素研究は、計画通りの成果が得られたので、課題5の要素研究の統合化および、広域津波災害医療支援技術の基盤構築に向け、シミュレーションシステムと空間情報解析の統合に着手する。また、DMAT

の災害医療訓練等から医療従事者の行動原理についてのデータを取得しながら、モデルの高度化に向けたフィードバックをかけ、革新的な災害医療支援技術の確立に向けたシステムの要件を明らかにする。

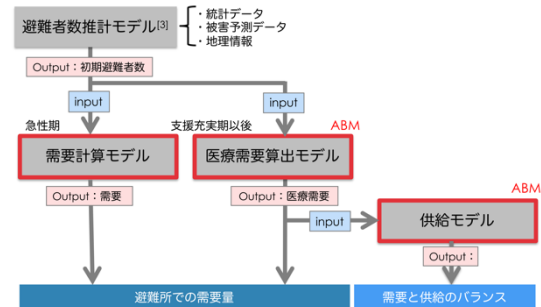


図-2 災害医療 MAS の中核モデル

## 6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

1. Musa, A., T. Abe, T. Kishitani, T. Inoue, M. Sato, K. Komatsu, Y. Murashima, S. Koshimura, H. Kobayashi, Performance evaluation of tsunami inundation simulation on SX-Aurora TSUBASA, In Proceedings of International Conference on Computational Science, 363–376, 2019. doi:10.1007/978-3-030-22741-8\_26
2. Endo, Y., B. Adriano, E. Mas, S. Koshimura, New Insights into Multiclass Damage Classification of Tsunami-Induced Building Damage from SAR Images, Remote Sensing, 10(12), 2059, 2018. doi:10.3390/rs10122059
3. Medical Needs in Minamisanriku Town after the Great East Japan Earthquake, Suda, T., A. Murakami, Y. Nakamura, H. Sasaki, I. Tsuji, Y. Sugawara, K. Hatsugai, M. Nishizawa, S. Egawa, Tohoku Journal of Experimental Medicine 248, 73-86, 2019. doi:10.1620/tjem.248.73

## 受賞

1. 第1回 日本オープンイノベーション大賞 総務大臣賞、リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発と運用、2019年2月、越村俊一、太田雄策、村嶋陽一、撫佐昭裕、加地正明
2. 科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(開発部門)、リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発、2018年4月、越村俊一、日野亮太、小林広明、村嶋陽一、撫佐昭裕

## 7. ホームページ等 該当なし