

令和元年6月18日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K11417

研究課題名(和文) 南海トラフ地震発生に備えた医療体制構築と発生時における医療対応拠点づくり

研究課題名(英文) Constructing a medical care system and establishment of a base for responding to a Nankai Trough megathrust earthquake

研究代表者

山本 啓雅 (Yamamoto, Hiromasa)

大阪市立大学・大学院医学研究科・准教授

研究者番号：20509723

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：大阪市における南海トラフ巨大地震時の物理的被害想定データと、災害対応医療機関のデータを、Geographic Information System (GIS) に展開し分析した。早期避難率が低い場合は、医療体制のキャパシティをはるかに超える患者数が発生するのに対し、高い場合には比較的対応可能な傷病者数にとどまることがわかった。また、これまで南海トラフ巨大地震時には、大阪市沿岸部で医療需給の問題が発生すると思われていたが、分析結果から大阪市北東部が最も問題であることがわかった。また、中等症患者を各区で割り振った後に災害拠点病院に搬送すると、災害拠点病院への負荷が軽減されることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、大阪府の持つ物理的被害データと、大阪府や厚生労働省の持つ災害対応医療機関のデータを結合し、分析することで、医療需給のアンバランスを明らかにすることができた。また、得られた結果から、市民に対し早期避難の重要性を教育していくこと、また各区で中等症患者の受入体制を構築するなど、医療需給のアンバランスを改善させる方略を提言することができた。また実災害時、想定環境で蓄積された医療データ上に衛星データを展開することで医療状況を迅速に把握・情報発信できることは重要な意義を持つ。

研究成果の概要(英文)：We analyzed the data on physical damage estimation and information on disaster medical facilities using the geographic information system (GIS). In the case of a low evacuation rate, a higher number of casualties were found in Osaka city, which exceeded by far the capacity of disaster coping hospitals. In the case of a high evacuation rate, however, the number of casualties was much lower, and was possibly manageable by disaster medical facilities. To date, countermeasures against a major Nankai Trough earthquake have focused mainly on the coastal area. However, this study revealed that problems in the supply of and demand for medical care would have the greatest impact on Osaka City's northeastern area. Our results also showed that the burden on disaster base hospitals (DBHs) was much less if moderately injured patients were transported to DBHs after they were redistributed in each ward.

研究分野：災害医学

キーワード：南海トラフ巨大地震 被害想定 地理情報システム GIS 災害拠点病院 医療体制

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 南海トラフ巨大地震の被害想定が内閣府から出された後、各都道府県等でその分析がなされた。それにより、震度分布、津波被害分布、建物被害、道路閉塞状況などの被害想定が明らかとなった。また、大阪市では、地震災害の発生に対し、災害対応医療機関を整備し、基幹災害医療センターと、災害拠点病院が重症患者を治療し、市町村災害医療センター、災害医療協力病院が中等症を治療する計画となっている。しかし現在計画されている医療体制が多数発生する傷病者に対応できるかは不明である。申請者らは、大阪府政策企画部危機管理室（以下危機管理室）から上記の物理的被害想定データを、大阪府健康医療部医療対策課（以下医療対策課）から災害対応医療機関の位置・種別データを入手し、これらのデータを地理情報システム（Geographic Information System: GIS）に展開することにより物的被害と災害医療機関の偏在性について分析し報告した。しかしながら、本報告では区ごとの傷病者数しかわからず、また各医療機関のキャパシティについての情報がなかった。この研究を発展させ、詳細な負傷者の発生状況や、医療機関のキャパシティ・機能の情報を結合することができれば、医療体制の問題点を明らかにでき、改善についての提言が可能となると考えた。

(2) また、実際の災害発生時には、被害や医療体制の状況を迅速に把握し、柔軟に対応することが求められる。宇宙航空研究開発機構（以下 JAXA）から災害に関する衛星データを入手し、我々が蓄積した医療のデータを結合、GIS を用いて分析することができれば「避けられる災害死」の減少の大きく寄与できると考えた。

### 2. 研究の目的

(1) 大阪市内の各医療機関におけるベッド数、入院患者数や稼働状況のデータなどを入手してマッピングを行い、医療のキャパシティを分析する。そして大阪府から得た被害状況とのマッピングにより早期避難率が高い場合と低い場合における医療の偏在性について検討する。

(2) 被害想定データと、人口分布から詳細な負傷者・重傷者データを作成する。これによりどの医療機関にどれだけの傷病者が来院するかを明らかにする。

(3) (2)のデータと、(1)のキャパシティデータを組み合わせることにより、当初搬送された医療機関から、最終的にどの医療機関が傷病者を受け入れるか、最終的に地域の要となる災害拠点病院の負荷がどれほどになるかを検討する。

(4) さらに、南海トラフで想定される浸水域の迅速な状況把握のために、JAXA から送られてきた人口衛星画像を判読する手法について検討する。

### 3. 研究の方法

(1) 医療体制への負荷は、各病院の病床数や稼働率による受け入れキャパシティや、地震・津波が起こった場合の被災者の行動により、大きく変化するため、厚生労働省より各災害対応医療機関の稼働データを入手し、その病床数および各月の稼働率から、各医療機関の空床数を計算し、どの程度収容能力があるかを地図上に展開した。また、津波に対する避難行動では、早期避難率が低い場合と高い場合の大阪市 24 区における負傷者数の分布を、GIS に展開した。これらを行政区ごとに比べることにより、津波に対する避難行動別に見た大阪市の災害医療需給に関する課題を検討した。

(2) 大阪市では区ごとの傷病者数しか明らかでなかったため、大阪府が公表している「被害想定検討手法」、250mメッシュの人口データ、さらに建物分布に関する地図データ等を用いて、建物揺れ、建物内落下物、火災、津波による負傷者数および重症者数を計算し、合計することにより、負傷者数および重症者数の分布（250mメッシュデータ）を作成した。

(3) (2)の傷病者データから、重症は直近の災害拠点病院に搬送されるとして、シミュレーションを行った。中等症者については、まずは直近の市町村災害医療センター、災害医療協力病院に搬送されるが、その病院のキャパシティをオーバーする場合には、①直近の災害拠点病院に搬送される、②各区でキャパシティに余裕のある病院に搬送し、それでもキャパシティオーバーとなった場合は各区を所管する災害拠点病院に搬送される、という2つのパターンでシミュレーションを行った。

(4) 平成 30 年 7 月豪雨で浸水被害のあった岡山県倉敷市真備町を調査対象地とし、JAXA が運用中の人工衛星 ALOS-2 / PALSAR-2 の SAR (Synthetic Aperture Radar (合成開口レーダ)) 強度画像を用いることで、迅速な災害対応の可能性について検討した。倉敷市真備町を含む災害発生前後の SAR 画像から後方散乱係数の変化量を算出し、陸域と水域との閾値 (-16dB) から浸水域を推定した。

#### 4. 研究成果

(1) 本科研の研究に先立って、まず大阪市の災害対応医療機関を地図上にマッピングした。さらに津波浸水深さのデータを重ね、各病院周囲 100mの浸水高を計算し、救急車両の走行が困難となる 30cm 以上の病院を抽出した。大阪湾沿岸部の病院を中心に、搬送困難になると考えられる病院が 35 病院あることがわかった。

次に道路閉塞率が 10%を超える地域を取り出すと、大阪市の周辺部で、道路閉塞がより多く発生することもわかった。

これに加えて医療需要を見るため、大阪市内の負傷者を先の地図上に展開すると、沿岸部では負傷者数が多いにもかかわらず、医療機関の浸水や道路閉塞も多く、医療機関へのアクセスが悪い状況が起こることがわかる。大阪市北東部も負傷者が多く、道路閉塞率も高く、救急搬送等はやはり市内中心部に集中してくると思われる、このことから矢印で示す中心部の 5 災害拠点病院への負荷が予測されることがわかった (図 1)。

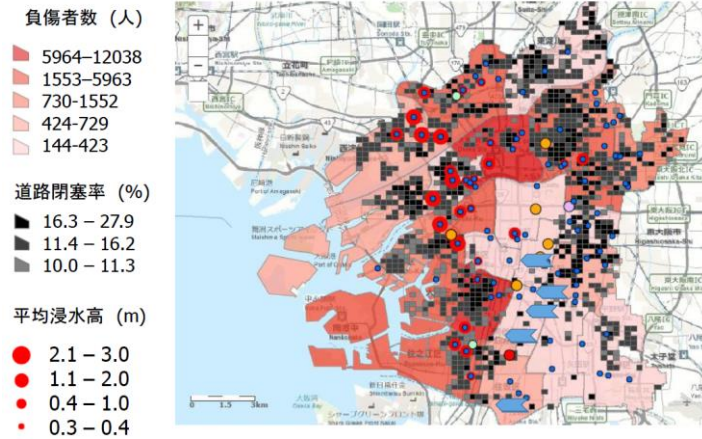


図1. 南海トラフ巨大地震時の傷病者数と浸水医療機関、道路閉塞との関係

(2) 次に、医療機関の稼働データから、空き病床数を計算したところ、被害想定となっている冬 12 月の災害対応医療機関の全空床数は 5,559 床であった。さらに、避難率が低い時の区別負傷者数をマッピングしたところ、南西部と北東部で 1000 人を超える区が多数あり、全負傷者数は 53,190 人であった。これに対して、避難率が高い場合の負傷者数の分布は、沿岸部で少なく、東部がやや多い結果となったが、1,000 人を超える区はなく、負傷者合計は 7,046 人であった。各区において、負傷者数から空床数をひいた、負傷者過不足を区別に計算し、地図にあらわした。まず、避難率が低い時、沿岸部および北東部の多くの区で 500 を超える病床不足があり、合計 47,631 床が不足するという結果となった (図 2)。これに対し、避難率が高い場合の負傷者過不足を区別に計算すると、中心部から沿岸部にかけてはベッドが充足しており、東部および南部で一部ベッドの不足する区があったが、いずれも 500 以下であり、比較的医療対応が可能なレベルであることがわかった (図 3)。

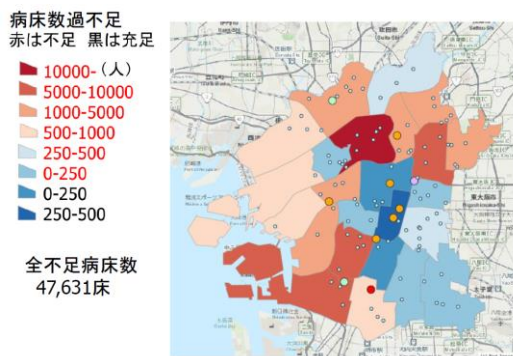


図2. 避難率が低い場合の、大阪市内災害対応医療機関の病床過不足

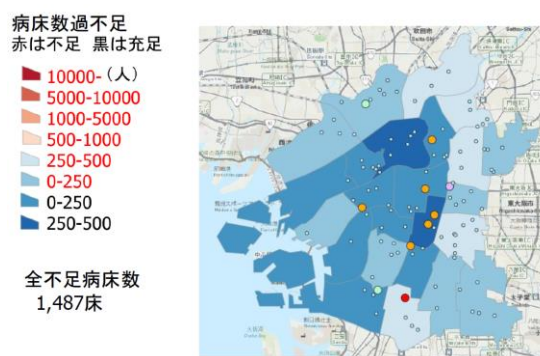


図3. 避難率が高い場合の、大阪市内災害対応医療機関の病床過不足

(3) 大阪府が公表している「被害想定検討手法」、250mメッシュの人口データ、さらに建物分布に関する地図データ等を用いて、建物揺れ、建物内落下物、火災、津波による負傷者数および重症者数の分布 (250mメッシュデータ) を計算した。避難率の高い場合について負傷者の分布を示す (図 4)。

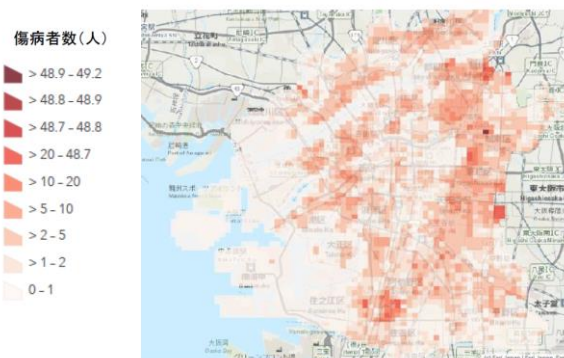


図4. 避難率が高い場合の、大阪市内負傷者分布 (メッシュデータ)

(4) (3)の結果と(2)の医療機関キャパシティデータから、重症患者・中等症患者の搬送についてシミュレーションを行った。重症例では、避難率が低い場合16,528人が災害拠点病院に搬送され(22-4,506)、避難率が高い場合は839人が搬送された(22-288)。いずれの場合も沿岸部ではなく、北東部の災害拠点病院に最多の患者数が搬送されることがわかった。中等症について、避難率が低い場合にはほぼすべての病院でキャパシティオーバーが発生したが、特に北東部と沿岸部に著明であった。避難率が高い場合は、北東部と南部の病院でキャパシティオーバーが多く発生することがわかった。キャパシティをオーバーする場合に、①直近の災害拠点病院に搬送されるケース(図5)、②各区でキャパシティに余裕のある病院に搬送し、それでもキャパシティオーバーとなった場合は各区を所管する災害拠点病院に搬送するケース(図6)ではともに、沿岸部ではなく、北東部の災害拠点病院に最多の患者が搬送された。特に避難率が高い場合の②のケースでは、災害拠点病院に搬送される患者数を抑制することができ、十分な対応が可能と考えられた。



図5. キャパシティオーバー時、直近の災害拠点病院に搬送されるケースにおける、災害拠点病院中等症患者搬送数

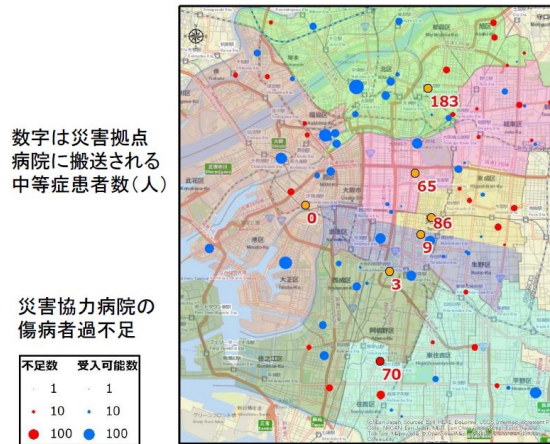


図6. キャパシティオーバー時、各区で傷病者を割り振り、その後災害拠点病院に搬送するケースにおける、中等症患者搬送数

(5) 平成30年7月豪雨で浸水被害があった岡山県倉敷市真備町について、人工衛星ALOS-2/PALSAR-2のSAR(Synthetic Aperture Radar(合成開口レーダ))強度画像を用い浸水域を想定した(図7)。赤色網状で表した推定浸水範囲は、青色で表した河川以外の浸水域とほぼ同じ範囲を示しており、今回の浸水域推定方法が妥当であることがわかった。この方法を用いて、実災害時の大阪市内における浸水域も推定できると考えられた。



図7. 真備町における推定浸水範囲と実際の浸水域

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 4 件）

- ① Hiromasa Yamamoto, Yoshinari Kimura, and Yasumitsu Mizobata Issues in the supply of and demand for disaster medical care in Osaka City based on damage estimation for a Nankai Trough megathrust earthquake: A geographic information system-based analysis 13th European Emergency Medicine Congress(Prague, Czech Republic), 2019  
（発表予定）
- ② Hiromasa Yamamoto, Yoshinari Kimura, and Yasumitsu Mizobata Assessment of the manageability of a disaster medical care system in Osaka City by a simulation of a Nankai Trough quake using a GIS 14th Asia Pacific Conference on Disaster Medicine(Kobe, Japan), 2018
- ③ 山本啓雅, 溝端康光 南海トラフ巨大地震被害想定からみた大阪市の災害時医療需給の問題点～地理情報システム(GIS)を用いた検討～ 第45回日本救急医学会総会・学術集会（大阪）, 2017
- ④ Hiromasa Yamamoto, Yoshinari Kimura, and Yasumitsu Mizobata Assessment of the manageability of a disaster medical care system in Osaka City by a simulation of a Nankai Trough quake using a GIS 17th European Congress of Trauma & Emergency Surgery(Vienna, Austria), 2016

〔図書〕（計 1 件）

- ① 山本啓雅 他、大阪公立大学共同出版会、地域変容に対応した避難行動要支援者のための地区共助計画～課題と展望、2019、70-77

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：木村 義成

ローマ字氏名：(KIMURA, yoshinari)

所属研究機関名：大阪市立大学

部局名：文学研究科

職名：准教授

研究者番号 (8桁)：20570641

研究分担者氏名：溝端 康光

ローマ字氏名：(MIZOBATA, yasumitsu)

所属研究機関名：大阪市立大学

部局名：大学院医学研究科

職名：教授

研究者番号 (8桁)：90420736

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。