

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870931

研究課題名(和文)GISによる救急医療の需給バランス定量化と医療資源最適配置の検討手法に係る研究

研究課題名(英文)Development of Methods to identify Disparities between the Demand and Supply of Tertiary Emergency Care Using Geographic Information Systems.

研究代表者

酒井 未知 (Sakai, Michi)

京都大学・医学研究科・研究員

研究者番号：10604697

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、地理情報システム(GIS)を用いて、救急医療の需給バランスを定量化、視覚化する手法を開発し、救命救急センターの設置効果を検証した。本研究が提案する需給バランス指標は(1)カバー割合：覚知から45分以内に救命救急センターにアクセス可能な地域内で発生する患者の割合、(2)各救命救急センターから患者1人あたりに配分される医療供給量である。本研究により、救急搬送データならびに地理データの活用が推進されると共に、救急医療資源適正配置の意思決定支援に有用と考えられた。

研究成果の概要(英文)：This study developed the methods to quantify and visualize disparities in supply-demand balance of tertiary emergency care in Japan by utilizing Geographic Information Systems (GIS). We proposed two indicators: 1) Coverage rate: the proportion of patients within 45 minutes to EMCs by ambulance, and 2) Institute-to-Patient Ratio (IPR): 1 / the number of patients within 45 minutes to EMCs. We believe our study may contribute to secondary data utilization and evidence-based decision making for examining resource allocation in emergency medicine.

研究分野：地域医療

キーワード：救急医療 地理情報システム 地域医療 需給バランス アクセス

### 1. 研究開始当初の背景

救急医療の需要は増加の一途を辿っており、緊急度の高い患者を、適切に選別し、適切な時間内に、適切な医療機関へ搬送する体制(The Right Patient in the Right Time to the Right Place)を構築することが喫緊の課題である。しかし、救急医療の需給バランスを検証し、限られた資源を適正配分するための手法は確立されていない。

本邦では、重篤な救急患者の医療を確保するため、都道府県の医療計画等に基づき、救命救急センター(センター)の整備が進められてきた。H29年1月時点で、全国のセンター数は279ヶ所に達し、人口あたりの施設数では、センター整備開始当初の需給バランスの目標水準、人口100万人対1施設を達成した。しかし、センター搬送事案における受入困難の課題は未だ解決していない。平成26年救急患者の受入実態調査によれば、センター搬送事案における照会4回以上割合は全国で約4%と報告されている(1)。また都道府県格差は大きく、地域の救急搬送の実態を反映した需給バランスの検証が喫緊の課題である(2)。

近年、地理情報システム(GIS)の普及に伴い、患者の発生状況やセンターへの地理的な距離を測定する情報環境が整っている。GISを活用することで、患者がセンター適時間内にアクセスできるかという視点から需給バランスの定量化・視覚化が可能であるが、本邦でその研究例は少ない。

### 2. 研究の目的

本研究は、1)GISを用いて、緊急度の高い患者(需要)に対し、センターから配分される供給量(供給)の需給バランスを定量化・視覚化する手法を開発すること、2)指標を用いセンター設置効果を検証することを目的とした。

### 3. 研究の方法

全国47都道府県の第三次メッシュ(1km四方の地域区画)(図1)を分析単位とし、各地域における救急医療の需給バランスを推計した。第三次メッシュは、全国地図を緯線、経線で1km四方に区切った地域区画で、住民の居住地域単位に最も近い。全国に387,210区画あり、各メッシュ内の年齢10歳階級別の国勢調査人口(平成22年度)を利用した。

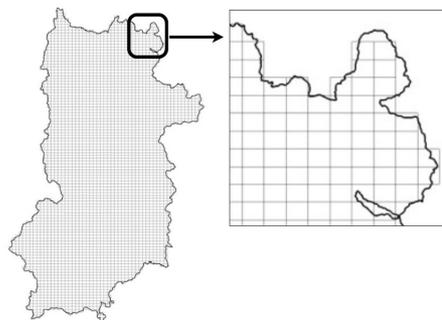


図1. 第三次メッシュ

地図上の正方形が1km四方のメッシュを示す。各メッシュは独自のIDをもち、メッシュ内の国勢調査年齢10歳階級別人口が入手可能である。

#### データ:

1)総務省消防庁緊急度判定実証検証事業の救急搬送記録、2)国勢調査第三次メッシュの性年齢層別人口、3)人口問題研究所の日本の地域別将来推計人口、4)救命救急センターの所在地データ、5)全国の道路点データを用いた。

#### 需要の推計:

総務省消防庁緊急度判定実証検証事業(2)における緊急度判定システムの記録に記録された、直ちに蘇生・処置を要す病態(緊急度赤)の患者数を、性・年齢5歳階級別人口で除して、各地域で発生する緊急度赤患者数(性・年齢別)を推定した。

#### 需給バランスの指標化:

救命救急センターの所在地データ、全国の道路点データを用い、各メッシュの覚知~センターの医師接触までの救急搬送時間を測定し、医師接触まで45分または60分以内(センターのカバー範囲メッシュ)と45分または60分以上(非カバー範囲メッシュ)に分類した。センターはカバー圏内の患者を全例受入れると仮定した。

カバー圏を45分または60分以内とした根拠は、平成20年度の救急医療の今後のあり方に関する検討会の「今後の救命救急センターの整備についての考え方(案)」(3)で、センターの新設に際し「県内人口のうち、救命救急センターへ30~60分で到着できる人の割合が最も改善する地域を優先する」と記載されていることに基づく。救急車の時速を50kmとした根拠は、南部らの報告(4)に基く。

覚知から医師接触までの時間計測においては、救命救助の現況より、覚知から到着までの全国平均8分、現場活動時間15分と仮定した上、時速50kmの救急車による搬送時間を加算した。搬送時間は、地理情報システム(以下GIS)を用いて、起点:各メッシュの中心から最短距離の道路点(近傍道路点)、終点:センターが位置するメッシュの近傍道路点:までの搬送時間を測定した。道路点とは、一般道から国道等、道路の属性が変化する地点である。

需給バランスは、(1)カバー割合:覚知から45分または60分以内に救命救急センターにアクセス可能な地域内で発生する患者の割合、(2)需給バランス指数:1/当該メッシュをカバーするセンターの全カバー患者数(複数のセンターにカバーされるメッシュはその総和)とし、地図上に視覚化した。図2に(2)の指標の概略を示す。

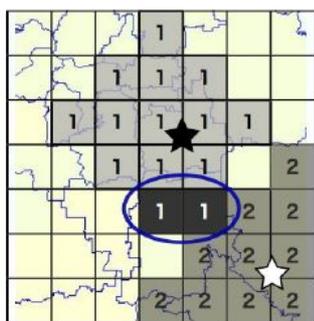
(2)の需給バランス指数は、カバー患者の居

住メッシュ内の需給バランス、すなわち、需要に対しセンターから各メッシュに配分される医療供給の充実度を定量化する指標として考案した。

需給バランス指数は以下の仮定に基づき設定した。

- 1) 各センターから各メッシュに配分される医療供給量は、各地域で発生する患者数に応じて決定される
- 2) センターは、カバー圏内の各患者に対し、均等量の医療を供給する
- 3) センターの医療供給量は、患者需要に対し、指数的に減少する
- 4) 複数のセンターからカバーされるメッシュへの供給量は、各センターからの供給量の合算値となる

需給バランス指数が高いほど、センターから各メッシュに配分される医療供給量が多いことを表す。2014年時点で救命救急センターは人口約48万人あたり1施設(人口/センター数)設置されている。人口48万人あたりの患者発生予測数年間480人を1施設でカバーするメッシュに居住すると、そのメッシュの需給バランス指数は $1/480 = 0.002$ となる。すなわち、需給バランス数の逆数は、住民の視点から見れば、居住メッシュが、30分圏内に何人規模の患者需要抱えているセンターにカバーされる地域かを表す。



1	★のセンターから30分以内、センター需要1人のメッシュ 1人あたりカバー指数 = 1人 / (1人*14区画) = 1/14
2	★のセンターから30分以内、センター需要2人のメッシュ 1人あたりカバー指数 = 1人 / (1人*2区画 + 2人*10区画) = 1/22
1	★と★のセンターから30分以内、センター需要1人のメッシュ 1人あたりカバー指数 = 1/14 + 1/22
	何れのセンターからも31分以上(非カバー)のメッシュ 1人あたりカバー指数 = 0

図2. 患者1人あたりの医療供給量の指標化

#### 最適配置の検討：

各都道府県における1) カバー割合、2) 患者1人あたりに配分される医療供給量、3) 覚知からセンター到着まで45分以上の患者数の標準化スコアを算出し、需給バランスを改善する優先度を検討した。

#### 4. 研究成果

##### 需給バランスの横断的検証：

2014年における年間患者発生数は294,634例、人口10万人対発生率は205人と推計さ

れた。覚知からセンターまで45分以内のカバー割合は75.7%、60分以内は86.5%と推計された。60分以上のメッシュ内で発生する患者数は年間39,837人と推計された。カバー割合の都道府県格差は大きく、カバー圏を45分とした場合、最小24.1% (秋田県)、最大99.7% (大阪府)、60分とした場合、最小29.8% (秋田)、最大99.9% (大阪府)であった。都市部の都道府県におけるカバー割合は全国平均より高く、アクセス時間が短い傾向が示された。

患者1人あたりの医療供給量の中央値、四分位範囲(IQR)は、カバー圏を45分とした場合0.0013(0.0008-0.0018)、60分とした場合0.0010(0.0007-0.0015)であった。47都道府県内の格差は、最小0.0006(0.0004-0.0007)(埼玉県)、最大0.0040(0.0019-0.0040)(島根)、最小0.0004(0.0004-0.0009)(富山)、0.0028(0.0014-0.0036)(島根)であった。

##### 需給バランスの将来推計：

2010年から2020年で、人口10万人対あたりの年間患者発生率は253.30人から326.80人に増加、カバー割合は60.3%(8,657/14,365)から67.5%(11,726/17,378)に改善すると推計された。患者1人あたり供給量は0.0013(IQR: 0.0010-0.0017)から0.0012(IQR: 0.0009-0.0017)に低下が見込まれる。2020年時点の将来格差は、カバー割合で53.5%(宮城県86.5% - 岩手県33.3%)、患者1人あたり供給量は0.0006(宮城県0.0015-岩手県0.0009)と推計された。図3に2020年の需給バランスの推計結果として患者1人あたり供給量の解析結果を示す。白は年間患者発生予測数0人のメッシュ、グレーは需給バランス指数0(地域の患者がセンターにカバーされない地域)のメッシュを示す。赤、黄、青のメッシュは、需給バランス指数を示し、赤(全国の50%タイルの範囲)→黄(全国の50~75%タイルの範囲)→青(全国の75%タイルを上回る範囲)の順に、需給バランス指数が増加すると解釈できる。

本研究では、救命救急センターの需給バランスが定量化、視覚化し、センター設置効果が検証した。また、高齢化に伴う救急搬送需要の増加に伴う、医療サービス供給量の低下と地域差の拡大可能性を示した。これまで行われた研究報告から、適正配置を検討する手法として、1) 公平なアクセスの確保を目的とするモデル、2) アクセスのコストを最小化し、効率的な資源配分を目的とするモデル、3) 公平性と効率性の両者の改善を目的とするモデルが報告されている。本研究の手法を救急医療に適用する最大の課題は、地域特性や患者の病態に応じた、医療供給可能圏域の設定と考えられた。

本研究では、重症患者の約50%がセンター以外の医療機関に搬送される点(5)、カバー圏外の患者も受入れる可能性がある点等を

勘案していない。また、各センターからの医療供給は、医療従事者数、病床数、センターの機能(各疾患の診療体制、高度救命救急センター、地域救命救急センターの違い等)によって異なる点を考慮していない。平成24年度救命救急センターの現況(6)では、専従医師数、救急科専門医数等の地域差が報告されており、こうした地域の実情を十分反映できていない可能性がある。また、地上搬送に焦点を当て、ドクターヘリによるカバーは考慮していない。

現状、救命救急センターの評価は、充実度段階評価や病院機能評価等、個々のセンターの構造(医師数、救急重要疾患の診療体制等)、過程の評価が中心であり(7)、地域全体の需給バランスに基づく検証は殆ど行われていない。先行研究では、医療機関からの直線距離や搬送時間のみを要素として、救急医療へのアクセス状況を検討するアプローチが中心である(8-10)。本研究が提案する需給バランス指数は、各患者にセンターから割り当てられる医療供給量を定量化する新しい指標である。本研究の提案は、地域における救急医療資源配分を検討する「鳥の目の救急医療」を実現するアプローチの一例となり、二次的データを活用した医療資源配置の意思決定支援に非常に有用と考えられた。

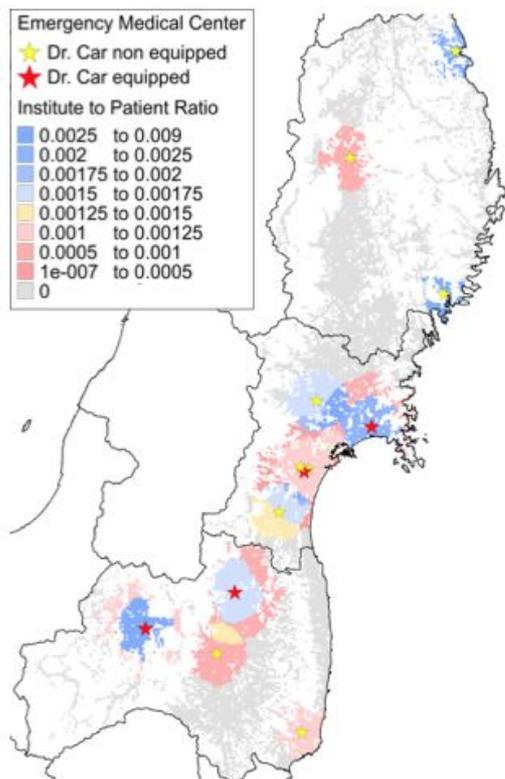


図3. 2020年の需給バランス

#### 参考文献

- 1) 総務省消防庁. 平成26年度中の救急搬送における医療機関の受入状況等実態調査の結果.2014
- 2) 青木則明、酒井未知、大田祥子、清水健

伸、奥地一夫、横田順一朗. ドクターカー・ドクターヘリ導入の医療経済的効果と、カバー率向上を目指した最適配置案に対する費用対効果の検証. ドクターヘリ・ドクターカーによる超急性期からの医療提供体制ニーズの把握に係る研究.(主任研究者:青木則明). 平成24年度厚生労働科学特別研究事業分担研究報告書.2013.

- 3) 厚生労働省. 今後の救命救急センターの整備について(案).厚生労働省 第2回救急医療の今後のあり方に関する検討会(資料6).2008.
- 4) 南部繁樹. プローブデータの分析に基づく救急車への緊急走行支援方策の検討. 国際交通安全学会誌 2009;34(3):55-62.
- 5) 坂本哲也. 救命救急センターの充実段階評価について. 厚生労働省 第4回救急医療体制のあり方に関する検討会(資料2).2013.
- 6) 総務省消防庁. 平成25年版救急救助の現況. 2013.
- 7) 坂本哲也、森村尚登、藤田尚、青木則明、丹野克俊、片山洋一、田邊晴山. 救命救急センターの現況. 救急医療体制の推進に関する研究.(主任研究者:山本保博) 平成24年度厚生労働科学研究費補助金 分担研究報告書.2013.
- 8) Albright KC, Branas CC, Meyer BC, Matherne-Meyer DE, Zivin JA, Lyden PD, Carr BG. ACCESS: Acute cerebrovascular care in emergency stroke systems. Arch Neurol 2010, Oct;67(10):1210-8.
- 9) 17. Pedigo AS, Odoi A. Investigation of disparities in geographic accessibility to emergency stroke and myocardial infarction care in east tennessee using geographic information systems and network analysis. Ann Epidemiol 2010, Dec; 20(12):924-30.
- 10) 18. Branas CC, MacKenzie EJ, Williams JC, Schwab CW, Teter HM, Flanigan MC, et al. Access to trauma centers in the united states. JAMA 2005, Jun 1;293(21):2626-33.

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

1. Sakai M, Ohta S, Okuchi K, Yokota J, Shimada J, Takahashi Y, Nakayama T. Future Disparities Between Demand and Supply of Tertiary Emergency Care in Regions Affected by the Greatest East Japan Earthquake. ISPOR 19th Annual

- European Congress. Nov 1, 2016. Vienna, Austria.
2. Sakai M, Ohta S, Okuchi K, Yokota J, Shimada J, Takahashi Y, Nakayama T. Future Regional Difference in Supply-Demand Balance of Emergency Care in the Region of the Great East Japan Earthquake. The 48th Conference of the Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health. Sep 18, 2016. Tokyo, Japan.
  3. Sakai M, Ohta S, Okuchi K, Yokota J, Shimada J. Quantification and Visualization of Disparities between the Demand and Supply of Tertiary Emergency Care in Quake-Stricken Region Using Geographic Information Systems. 48st Society for Epidemiologic Research Annual Meeting. June 18, 2015, Denver, CO, USA.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

酒井未知 (Michi Sakai)  
京都大学大学院医学研究科社会健康医学  
系健康情報学分野  
研究者番号：10604697

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者

( )