

## 福島県の救急医療システムにおけるドクターカー・ヘリと地域の連携による医療圏域の構築について

日大生産工（学部） ○藤原 有佑 増井 拓哉 渡邊 晋  
日大生産工（院） 田邊 哲 日大生産工 大内 宏友

## 1. はじめに

我が国における救急医療業務は、我々の生命身体を守る上で重要不可欠なサービスとして日常生活に深く浸透している。救急出動件数は、昨今の社会情勢や少子高齢化の進展に伴う疾病構造の変化等により、増加の一途を辿っている。総務省消防省「平成30年度版救急救助の現状」<sup>※1</sup>によると、救急出動件数は年々増加傾向にあり、これに伴う救急車両の覚知から現場到着及び病院収容までの時間の遅れが顕著である。この現状に対して、各自治体はWebGIS<sup>※2</sup>・GPS<sup>※3</sup>などの搬送の効率を高める救急医療情報システムの導入や早期の初期治療開始が可能なドクターカーシステム<sup>※4</sup>の導入を進めている。このドクターカーシステムは、事故発生から医療行為開始までの時間を縮め、医療を救急現場に直接運ぶことを目的とし、医師を乗せた救急隊が出動するシステムである。特徴として、ドクターヘリ<sup>※5</sup>のように場外離着陸場を必要としないため、ドクターカーと救急車両とが最短距離で連携することが可能である。

救急医療における病院及び消防署から現場への出動方法は、ペア出動方式<sup>※6</sup>、ランデブー方式<sup>※7</sup>、ドッキング方式<sup>※8</sup>の3方式で運用されている。なかでも、ペア出動方式は電話による通報での症状による判断から、現場直近の救急隊の出動と同時に、ドクターカーステーションのドクターカーが出動する方式であり、覚知から治療開始までの時間を最短にすることが可能といえる。

本研究は、福島県福島市・会津若松市・郡山市・いわき市におけるドクターカーを持つ救急医療センターと周辺地域の消防隊との連携によるペア出動方式を用いた医療とドクターヘリとの関係性を分析し、救急医療システムにおけるドクターカーとドクターヘリ、地域の連携による計画的医療圏域<sup>※9</sup>を可視化することにより、早期に治療開始が可能となる有効な計画的医療圏域の構築を提示するものである。

## 2. 既往研究のレビューと既発表論文

救急医療に関する既往研究として、建築計画において中山らは、救急医療施設の運営方式と患者構成との関係を調査する事により、救急患者の属性と受入れる施設の運営方法との間の問題点を考察し、救急施設計画の基礎資料としての成果を得ている<sup>[1]</sup>。鈴木は、救急車両と医療施設の配置及び救急車の運用方法をモデル化し、理論的検討から地域の病院数の多寡によりランデブー方式、ドッキング方式それぞれの優位性がある事を示している<sup>[2]</sup>。

ドクターヘリに関して、吉田らは、千葉県を事例に10kmメッシュと施設間のユークリッド距離を用いてランデブーポイント及び基地病院の配置計画を検討している<sup>[3]</sup>。以上、救急搬送及び施設配置に関す

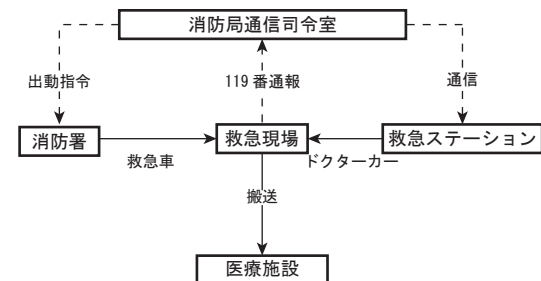


図1 ペア出動方式における概要図

る研究では多くの成果が得られている。

我々の既発表論文では、ドクターカーシステムの先進的事例として千葉県船橋市におけるドクターカーペア出動システムの現状を明らかにし、救急と医療との地域施設における複合化による有効性を明示した<sup>1)2)</sup>。本稿では、この成果に基づき、新たにドクターカーペア出動方式における算出方法の精査による医療実態圏域を作成している。

千葉県千葉市における救急出動に関するデータをもとに救急医療業務の現状を分析し、救急医療情報システムによる有効性を出力圏域の面積から明らかにした<sup>3)</sup>。

ドクターヘリに関連して、日本におけるドクターヘリ事業が模範としているミュンヘンモデル<sup>※10</sup>を基に、日本医科大学千葉北総病院（以下、北総病院）を中心とした50km圏内のランデブーポイント<sup>※11</sup>（以下、R P）におけるドクターヘリと救急車両の連携による実態圏域の可視化を行った<sup>4)</sup>。

千葉県において、ドクターヘリの要請からR P着陸までの飛行時間をもとに実態圏域の分析を市町村別に行い、R Pと医療施設との相互関係性により、適正配置及び出動に関する指標を提示するための基礎資料を提示した<sup>5)</sup>。

北総病院及び船橋市消防局の協力によって得られた実際の出動記録を基に医療実態圏域を可視化することで、船橋市におけるペア出動方式によるドクターカー及びドクターヘリと地域との連携による実態圏域を分析し、その相互補完性と施設適正配置のガイドラインの策定に向けた基礎資料を提示した<sup>6)</sup>。

以上、救急医療システムにおけるドクターヘリ及びドクターカーの実態圏域を明らかにしてきた。

そこで本稿では、命を守る生命環境モデルの構築に向け、福島県を対象とし、福島市の公立大学法人福島県立医科大学附属病院（以下、医科大学病院）会津若松市の一般財団法人 温知会 会津中央病院（以下、会津中央）、郡山市の一般財団法人 太田綜

※1) 平成30年度版 救急・救助の現状：総務省消防省 2018.12

※2) WebGIS：GIS(Geographic Information System)の基本技術としたWebの技術を利用したシステム。LANなどのネットワークを用いることにより、GISを利用・情報を共有する場合に用いられる。現在では各自治体や一般企業でも用いられている。

※3) GPS：Global Positioning Systemの略称。人工衛星による電波測位システムであり、地球上における自らの位置情報の把握が可能である。救急医療業務においては車両の位置把握により効率的な配車等による現場到着時間の短縮化と現場活動の支援強化の役割がある。

※4) ドクターカーシステム：ドクターカーの出動による長所として、近くから現場到着後に即医療行為が開始できる。主に応急処置を担い病室まで医療処置を行えない通常の救急隊と比較して、ドクターカーにおける出動は重傷患者等における出動に有効である。

※5) ドクターヘリ：救急医療用の医療機器等を装備したヘリコプターであり、救急医療の専門家と看護師が同乗し救急現場等に向かい、現場等から医療機関に搬送するまでの間に救命医療を行うことができる。

※6) ドクターカーのペア出動方式：電話による通報での症状確認により、現場直近の消防署の救急隊の出動と同時に、ドクターカーが出動する方式。この方式ではドクターカーは病院にある。

※7) ドクターカーのランデブー方式：先に出動した救急隊の現場から無線による要請を受けて、他の救急隊が病院を経由して、医師を連れて現場に向かう方式。この方式ではドクターカーは消防署にある。

※8) ドクターカーのドッキング方式：先に出動した救急隊の要請により、ドクターカーがその搬送途中へ出向く方式。この方式ではドクターカーは病院にある。

※9) 圏域：本研究論文でいう圏域とは「計画的圏域」を指す。『地域に関する諸計画の対象とされる圏域』その他の圏域として『単位、まとまりの存在形態として地域主体と地域活動あるいは地域要素の関係により多様に表現され、加えて時間軸によって変化する「実態圏域」、また市町村区界など制度化され、具体的な地域区分として表される「制度圏域」である。』以上の三つの圏域が示されている。吉阪隆正、藤井敏信ほか：圏域的計画論、財団法人農林統計協会、昭和56年、p37-38より引用

※11) ランデブーポイント：救急隊とドクターヘリが合流する緊急離着陸場。公共の運動場、公園や小中学校の校庭など事前に選定されており、ドクターヘリが安全に離着陸可能な場所が確保できるよう、ドクターヘリ法7条で関連機関の協力を求めている。

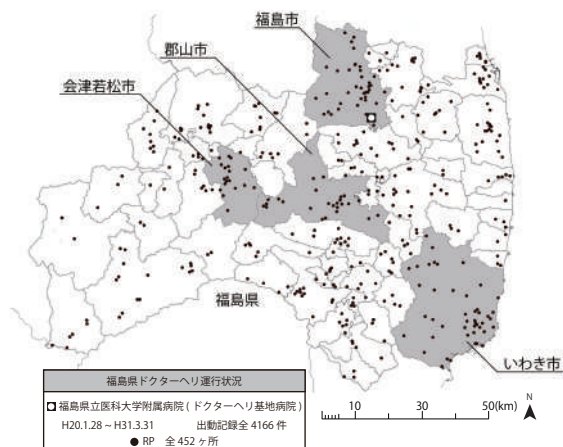


図2 研究対象地域（ドクターヘリのRP）

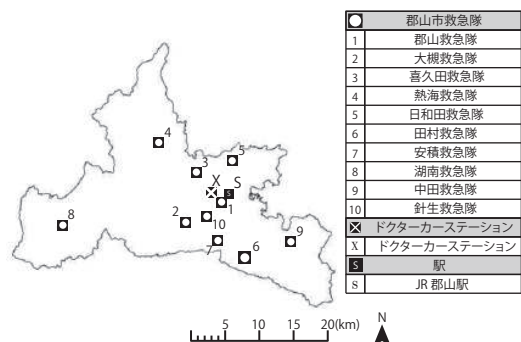


図3 研究対象地域（例：郡山市）

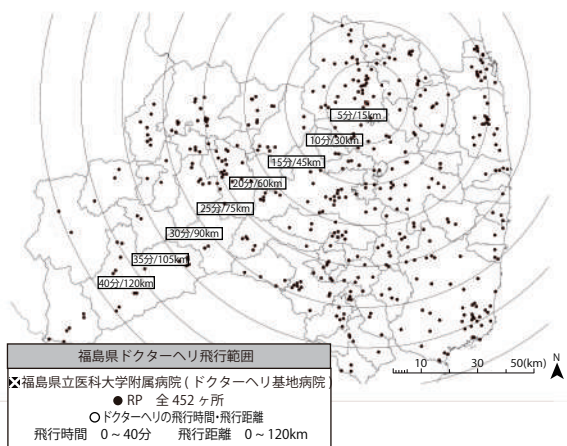


図4 ドクターヘリの飛行範囲

合病院（以下、太田総合）、いわき市のいわき市医療センター（以下、医療センター）の計画的医療圏域の可視化をすることにより、福島市・会津若松市・郡山市・いわき市におけるペア出動方式によるドクターカー及びドクターヘリと地域の連携による実態圏域を分析し、相互補完性と施設適正配置のガイドラインの策定に向けた基礎資料を提示することを目的とする。

### 3. 研究対象地域

医科大学病院は、福島県内において2008年1月28日からドクターヘリの運航を開始している。本稿では、福島県立医科大学のドクターヘリの出動記録より得られた飛行範囲である福島県全域をドクターヘリ飛行範囲として用いる（図2）。RPに関する記録の選定としては、ランデブー方式で出動に使用した全452カ所を取り扱う。また福島市・会津若松市・郡山市・いわき市の4地域において、福島市は特別救急隊（ドクターカーステーション）、8カ所の救急隊（消防署）及び38カ所のRP、会津若松市は特別救急隊、4カ所の救急隊及び54カ所のRP、郡山市は

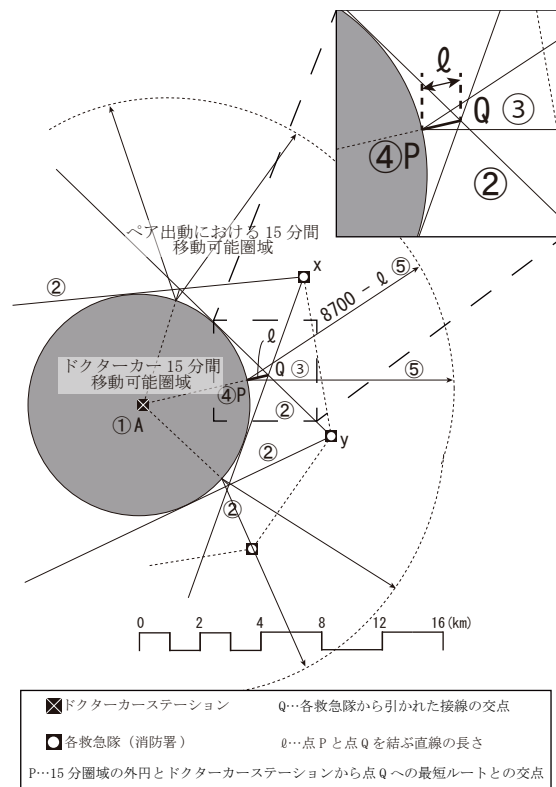


図5 救急医療の有効圏域モデルの設定手法

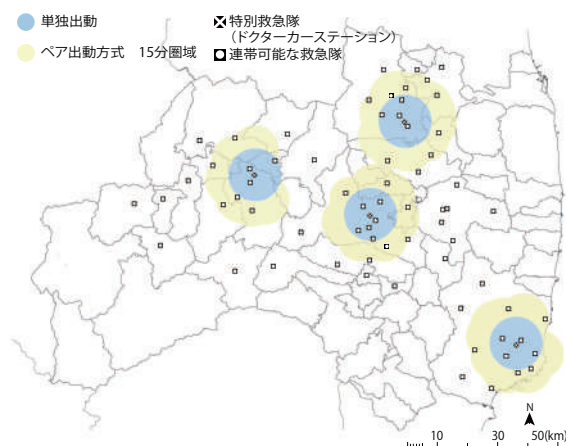


図6 ペア出動における15分の計画的医療圏域

特別救急隊、10カ所の救急隊及び57カ所のRP、いわき市は特別救急隊、13カ所の救急隊及び52カ所のRPが存在している（図2、図3）。

### 4. ドクターヘリの出動方式と飛行範囲

福島県におけるドクターヘリの出動方式は、現場救急隊長からの要請により、消防本部指令センターが覚知後救急隊へ出動要請し、救急隊長が現場で傷病者を観察した後に、ドクターヘリの必要性を判断するランデブー方式である。

ランデブー方式は、覚知した消防隊が救急車両で現場へ向かい患者を乗せ、救急現場から直近のRPへ向かう。一方、基地病院で待機しているドクターヘリは消防本部指令センターからの出動要請とともにRPに向かって出動し、RPにおいてドクターヘリが傷病者を収容し病院へ搬送する間にも救急医療処置を行う。その際、救急車両がドクターヘリ到着前にRPに到着し、ドクターヘリが安全に着陸可能な場所を確保することで、より円滑な患者の受け渡しが可能となる。

図4は、福島県におけるドクターヘリの飛行範囲

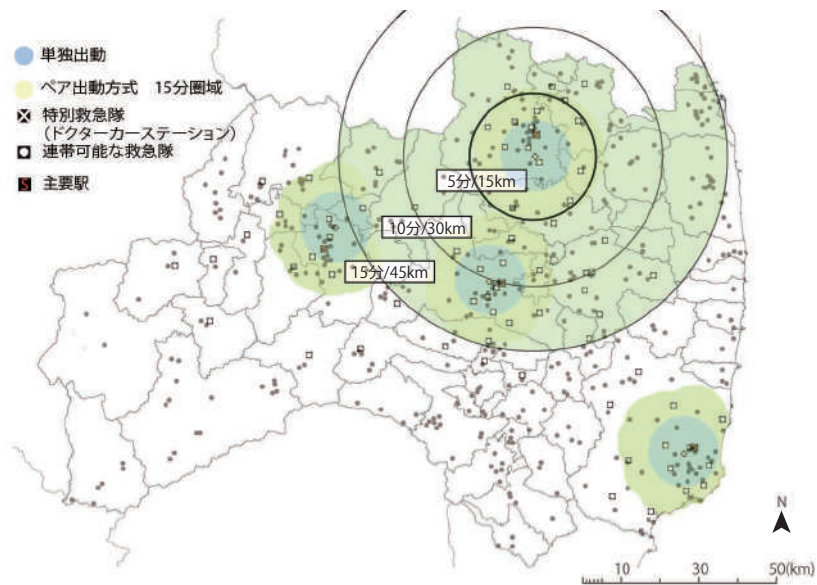


図7 ドクターカー・ヘリの連携による医療圏域（医科大学病院）

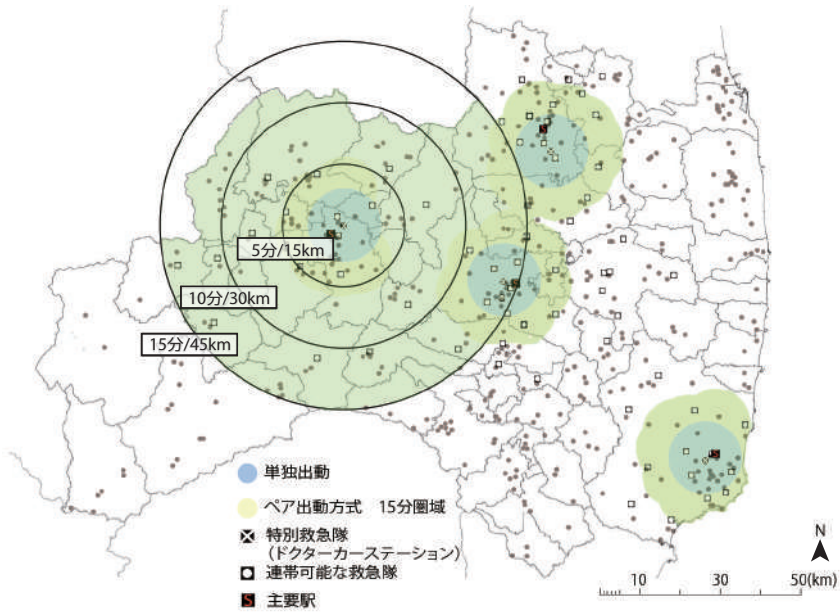


図8 ドクターカー・ヘリの連携による医療圏域（会津中央）

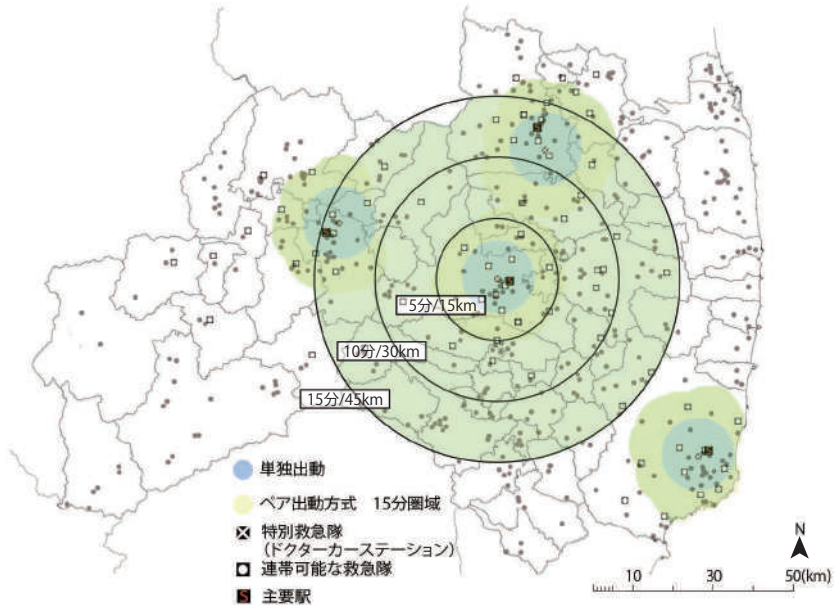


図9 ドクターカー・ヘリの連携による医療圏域（太田総合）

及び飛行時間を示している。

## 5. ドクターカーの計画的医療圏域について

### 5-1. ドクターカーの出動方式について

一刻も早い現場到着及び初期治療が必要とされる救急医療業務において、ミュンヘンモデルを基に事故発生から治療開始までの時間的指標として0-15分と定める。福島県では4つの市において、ドクターカーを運用している。福島市、郡山市、いわき市においてはドクターカーと救急隊とがペア出動方式を用いて連携しており、より早期の初期治療開始を目指している。会津若松市においては、ドッキング方式を用いている。しかし、ペア出動方式は、ランデブー方式やドッキング方式と比較して経路の総延長からも早期の治療が可能であると言える。また、ドクターヘリのように場外離着陸場を必要としないため、ドクターカーと救急車両とが最短距離で連携することが可能である。

### 5-2. ペア出動方式の計画的医療圏域の算出方法について（図5）

既発表学術論文6より得られた、救急医療の有効圏域モデルの設定手法より、福島県4市のドクターカーペア方式における医療圏域を可視化する。以下に算出方法とその手順を示す。

- ①「救急車の平均走行速度 0.58(km/min)」※12を用いて、数値地図上にプロットされたドクターカーステーションから15分間で移動可能な圏域を可視化し、ドクターカーの医療圏域とする。
- ②救急隊の位置を数値地図上にプロットし、ドクターカーの医療圏域に対し接線を引き。
- ③近接する救急隊(x,y)から15分圏域の外周縁(エッジ)へ接する直線を引いた2つの直線の交点をQとする。
- ④15分圏域の外周縁(エッジ)とドクターカーステーションから点Qへの最短ルートとの交点をPとする。
- ⑤ドクターカー15分移動可能圏域における移動可能距離8700mから、点Pと点Qを結ぶ直線距離 $l$ を引いた距離をペア出動における15分間移動可能距離とした。

### 5-3. 計画的医療圏域の考察

連携可能な全救急隊の0-15分の移動可能圏域を統合した計画的医療圏域を図6に示す。

ドクターカーの計画的医療圏域において、各市内中心部周辺は圏域内となっている。一方、福島市・会津若松市・郡山市においては単独出動圏域及びペア出動15分圏域においては他の市町村にも圏域の広がりが見られる。ペア出動15分圏域においては市の一部がドクターカーの圏域外となっている。

ドクターカーの単独出動における、圏域面積は、福島市では市の面積の23.4%(17,964ha)、会津若松市は36.1%(13,825ha)、郡山市は27.2%(20,596ha)、いわき市では17.9%(22,053ha)と単独出動のみでは市の面積の1/3程度が移動可能となっている。一方、ペア出動方式による15分圏域の面積では、福島市では47.9%(36,774ha)、会津若松市では72.3%(27,689ha)、郡山市では60.7%(45,962ha)、いわき市では49.9%(61,601ha)と各市の圏域面積は単独出動の15分圏域と比較して2倍以上の圏域面積の広がりがあることが分かる。

## 6. ドクターカー・ヘリの連携による医療圏域の考察

以上の結果を基に、福島県におけるドクターカー、ドクターヘリの15分医療圏域を図7に示す。現状ドクターヘリは福島市の医科大学病院より運航されている。この場合のドクターカー、ドクターヘリを合わせた圏域面積は602440haとなり、福島県の43.72%の面積を占めている。しかし、ドクターヘリの圏域に、会津若松市と郡山市のドクターカーの圏域が広く被っており、福島県南部、西部が広く圏域外となっている。

そこで、ドクターヘリの基地病院を会津若松市の会津中央、または郡山市の太田総合に変更した場合の圏域面積を比較した。

図8はドクターヘリの基地病院を会津中央に変更した場合の医療圏域である。圏域面積は670900haとなり、福島県の48.69%の面積を占めている。福島県西部への圏域を広げられることができるが、南東部は圏域外となっている。

図9はドクターヘリの基地病院を太田総合に変更した場合の医療圏域である。圏域面積は756600haとなり、福島県の54.9%の面積を占めている。他と比較して最も圏域面積が広くなり、現状の医療圏域に対して南部、東部に圏域を広げることが可能となる。

これによりドクターカー、ドクターヘリの連携における医療圏域は、ドクターヘリの基地病院を太田総合に変更することにより、医療圏域の拡大を図ることが可能となる。

しかし、福島県西部における圏域外の地域においては、新規のドクターカーステーションを配置することが考えられる。

## 7. まとめ

福島県福島市・会津若松市・郡山市・いわき市のドクターカーペア出動方式を用いた圏域の可視化することで救急医療の計画的圏域の広がりを見出すことができた。また、ペア出動における連携が困難な地域やその圏域面積の把握をすることができた。さらに、ドクターカー、ドクターヘリの連携による医療圏域を可視化し、ドクターヘリの基地病院を変更することによる医療圏域の拡大の可能性を示すことができた。

以上の研究結果は、今後における救急医療システムにおけるドクターカー・ヘリと地域の連携による医療圏域の構築についての検討資料として有効であると考えられる。

今後の方針として、本稿で得られた成果を基に、より有効な医療圏域を構築するため、地理的条件を踏まえ国土交通計画及び、都市・地域計画における救急医療情報システムの構築を視野に入れた検討を行う予定である。

### 既発表学術論文

- 1) 大内宏友・高倉朋文・横塚雅宜：「救急医療システムを施設配置の関係性に関する実証的研究（地域における医療施設と救急施設との複合化の適正配置に関する研究）」日本建築学会論文報告集第466号，pp87-94，1994.12
- 2) 岡田昂・手島優・宇野彰・大内宏友：「救急医療システムにおけるドクターヘリと地域の連携による医療圏域の構築（ドクターヘリと救急車両との連携による有効圏域について）」第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム，pp115-120，2011.12
- 3) 田島誠・菊池秀和・大内宏友：「救急医療システムにおける地域空間情報を用いた施設の適正配置について（GIS・GPSを用いた人口分布にもとづく圏域的構築）」日本建築学会計画系論文集第73巻，第631号，pp1929-1937，2008
- 4) 牧野内信・宇野彰・大内宏友：「救急医療システムにおけるドクターヘリと救急車両との連携による実態圏域に関する実証的研究」日本建築学会計画系論文集，第80巻，第711号，pp1159-1168，2015.5
- 5) 牧野内信・手島優・木村敬浩・大内宏友：「防災・救急医療システムにおけるドクターヘリと救急車両との連携による医療圏域の構築に関する実証的研究」第36回情報・システム・利用・技術シンポジウム，R20，2013.12
- 6) 田邊哲・木村敬浩・大内宏友：「救急医療システムにおける病院と救急隊との複合化の適正配置モデルの構築－船橋市におけるペア出動方式を用いた救急医療の有効圏域モデルの設定手法－」2019年度日本建築学会大会 学術講演会 オーガナイズドセッション，2019.09

### 参考文献

- [1] 中山茂樹・伊藤誠：「救急医療施設の運営形態と患者構成（病院の建築計画に関する研究）」日本建築学会論文報告集第406号，pp53-60，1989.12
- [2] 鈴木勉：「搬送時間短縮のための救急車両と医療施設の配置計画」医療と社会 vol. 14, No. 1, pp125-142，2004
- [3] 吉田壮宏・田中健一：「ドクターヘリシステムのための平均救命率最大化最適配置モデル」都市計画論文集，vol 46, No. 3, pp823-828，2011.10
- [4] 小池則満・秀島栄三・山本幸司：「地域特性と救急車の走行速度に関する分析（名古屋市を事例として）」、地域学研究 30(1), pp. 127-140，1999

### 引用

- (1) 独立行政法人統計センター，e-Stat，政府統計の総合窓口 (2019), <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200521&tstat=000001080615>，（参照 2019-10-10）
- (2) 公立大学法人福島県立医科大学附属病院，Doctor-heli+，福島県ドクターヘリ，(2019), <https://www.fmu.ac.jp/byoin/DrHeli/index.html>（参照 2019-09-25）
- (3) 会津若松地方広域市町村圏整備組合消防本部，会津若松地方広域市町村圏整備組合消防本部，(2019), <http://www.119-aizu.jp/haichi.htm>（参照 2019-09-25）
- (4) 星野隆次（テクノメイト），福島県の白地図，(2012), [https://technocco.jp/n\\_map/0070fukushima.html](https://technocco.jp/n_map/0070fukushima.html)，（参照 2019-10-02）

※12) 平均走行速度：参考文献[4]に記述されている平均走行速度35.3km/時を参考に35km/時つまり、0.58km/分とした。また同文献の救急隊に対するアンケート調査によると、車体の振動の為患者への負担を考えると40km/h以上では走行できないという意見が記述されている。