

救急医療システムにおけるドクターヘリとRPの実態圏域による地域空間特性について

日大生産工（学部）○近藤 卓弥 日大生産工（院） 島崎 翔
 日大生産工（院） 小島 俊希 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なサービスとして日常生活に深く浸透している。

総務省消防庁「平成26年度版 救急救助の現状」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。

このような現状に対して、各自治体ではWebGIS^{*1)}・GPS^{*2)}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、医師と看護師がヘリコプターに同乗し患者の元へ向かい、早期の初期治療開始が可能なドクターヘリ^{*3)}の導入を進めている。このドクターヘリは、地上搬送での問題解決策として、正式な搬送手段に位置づけられ、平成26年1月には全国36ヶ所41機の運航で、全国的なドクターヘリネットワークが形成され始めている。

これらを踏まえドクターヘリ事業は、救急医療業務における先進的システムと都市・地域計画及び国土交通計画との連動による、救急医療業務の整備指針の指標及び都市・地域計画手法論の早急な提示が求められている。

2. 既往研究概要

救急医療の関連研究としては、建築計画において中山らは、救急医療施設の運営方法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け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。ⁱ⁾

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^{*4)}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^{*5)}（以下、RP）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^[4]を行った。

さらに滋賀県を事例にドクターヘリの運用効果を時間指標と人口から可視化し^[7]、現場毎の要請判断に関わる資料の提示と、RP及び基地病院の配置計画の定量的な検討結果を提示した。

以上の既往研究の成果をもとに、本稿ではドクターヘリの出動記録^{*6)}を用いて、着陸回数が多いRPの実態圏域から受給可能人口、総道路距離、交差点数を算出し比較、分析することで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有効な医療圏域を構築するためのガイドラインとなる基礎資料を作成する。

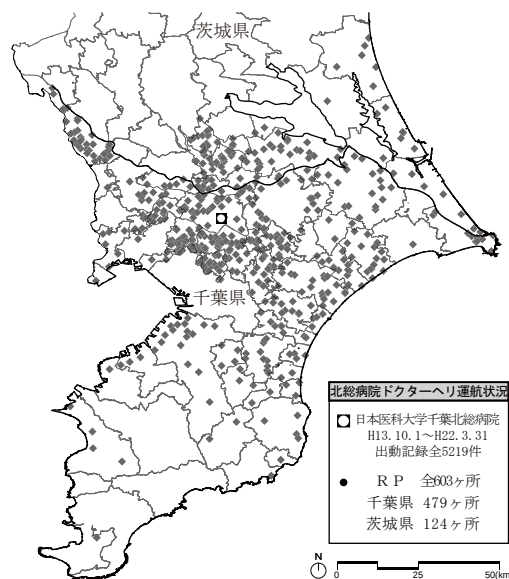


図1 研究対象地域

【注釈】

- *1) WebGIS GIS (Geographic Information System) の基本技術として 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ている。現在では、各自治体や一般企業で用いられている。
 *2) GPS Global Positioning System の略称。最も新しい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を把握することが可能である。
 *3) 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、救急医療の専門医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、患者に救命医療を行うことができる専用ヘリコプター。
 *4) ミュンヘンモデル ドイツにおいて確立されている、ドクターヘリが病院に待機し、出動要請から2分以内に医師と救急隊員を乗せて離陸し現場へ向う。飛行範囲は半径50km以内とし、15分以内に患者のもとへ到着。病院で患者を待つのではなく、その場で救急治療を行うというヘリコプター救急の基本理念。
 *5) 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。運航調整委員会にて、公共の運動場、公園や小中学校の校庭など事前に設定されており、ドクターヘリが安全に着陸可能な場所の確保が出来るように、ドクターヘリ法7条で関連機関の協力が求められている。

Regional spatial characteristics due to existing area of air ambulance and rendezvous point in the emergency medical system

Takuya KONDO, Shunki KOJIMA, Sho SIMAZAKI and Hiroto Ohuchi

3. 研究対象地域

北総病院は2001年10月1日にドクターヘリの運航を開始し、千葉県のみならず茨城県と協定を結び同県の南部地域までを飛行範囲としている。本稿では、北総病院の出動記録より得られた飛行範囲を研究対象地域とする(図1)。

4. 救急出動に関する記録

北総病院の協力により得られた出動記録を用い、2001年10月1日～2010年3月31日までのドクターヘリの出動に関する記録全5219件を有効資料とし扱う。

5. 研究対象地域におけるドクターヘリの出動形式

RPにおける医師と患者の早期接触が、初期治療の開始を早め、救命率の向上に繋がることから、ドクターヘリ出動において欠かすことの出来ない救急車両とのランデブー方式は、以下の出動形式を採用している。

現場救急隊長からの要請

救急隊長が現場で傷病者を観察し、ドクターヘリの必要性を判断する場合

本稿では、ドクターヘリの出動において最も多い現場救急隊長からの要請による出動形式に着目する。ランデブー方式では、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機関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と救急車両がランデブーする。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2)。

現場救急隊長からの要請概略

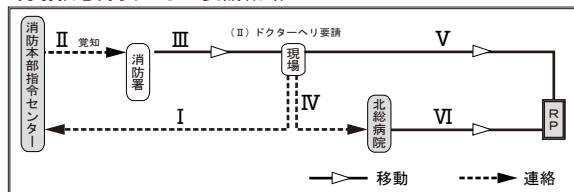


図2 ドクターヘリ出動形式の概略図

6. 分析手法と空間情報によるネットワークデータの指標の構成と作成手順

救急車両は地理的条件や道路網による影響や制約を大きく受けていることから道路網を地域

空間情報としてとらえる。その分析を ArcGIS^{*7)}を用いて救急医療情報システムにおける地域空間情報と関連した出動圏域の可視化を行う。

なお、本研究では国土地理院刊行の『数値地図25000(空間データ基盤)』を用いる(図3)。

①出動記録より、ランデブー方式を採用した出動で使用されたRPの座標を求め、数値地図上にプロットする。

②既往研究で算出した救急車両の「一律の搬送速度(m/min)」を数値地図の道路情報に属性値^{*8)}として入力する。

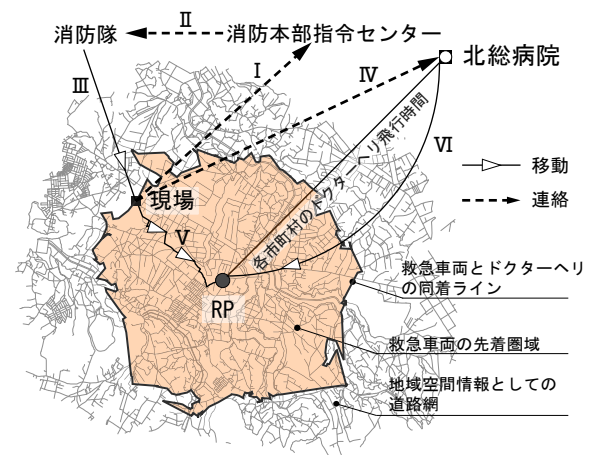


図3 ドクターヘリと救急車両のランデブー圏域算出の概略

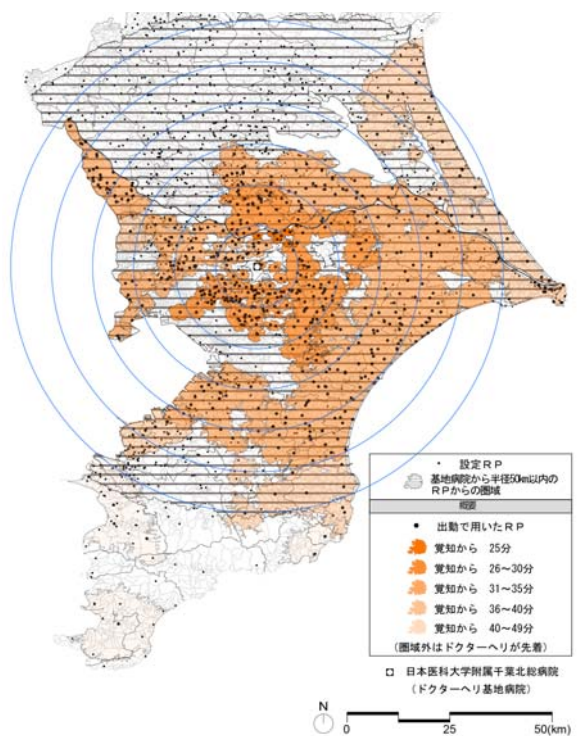


図4 ドクターヘリの実態図

*6) 救急出動に関する記録 出動記録の項目は、個人情報を除くドクターヘリの出動区分、着陸場所、出動要請時間、北総病院離陸時間、RP着陸時間、救急車両の覚知時間、出動時間、現地着時間、現地発時間、RP到着時間、発生地区等である。本稿では、出動区分がランデブー方式を採用しており、かつ北総病院から離陸し出動した記録のみを有効資料とし、出動区分がランデブー以外の転院搬送、キャンセル、現場直近、その他、無記入であったものを除いた5219件を扱う。
*7) ArcGIS 米国カリフォルニア州Esri社の地理情報システムソフトウェア。
*8) 属性値 数値図上に点・線・面で表現される図形に対してそれぞれ埋め込まれた情報のことをいう。一般的には数値や文字列による情報が行列によって与えられる。

③出動記録より現場救急隊長要請の平均有効搬送時間、消防本部指令センターの救急車両の平均有効搬送時間を算出し、「平均有効搬送時間 (min)」を属性値として入力する。

④数値地図に記録された道路情報の線分上の地点を属性の時間に通過できる「距離 (m)」を算出し、数値地図の道路情報に属性値として入力する。

本稿では、出動記録から救急搬送において 10 回以上着陸している R P に着目し 13 ケ所を選定した。選定した各 R P の実態圏域内の地域空間特性を分析するため救急搬送に影響を与える要素として人口数、総道路距離、交差点数、救急告示病院数と各要素の実態圏域面積あたりの密度を ArcGIS を用いて算出した。

7. 地域特性における実態圏域の分析

北総病院から各 R P の距離帯ごとの実態圏域の分析 (図 5) (表 2)

0 ～ 10 (km) の距離帯では佐倉市西志津スポーツ多目的施設用地の実態圏域内の人口密度、道路密度、交差点密度の影響を及ぼす要素において最も高い値であることがわかる。また着陸回数も 18 回と全出動記録の中でも 2 番目に多い R P である。

10 ～ 20 (km) の距離帯では四街道市中央公園 (野球場) の実態圏域内の人口密度、道路密度、交差点数の影響を及ぼす要素において数値に大きな差があることがわかる。四街道中央公園 (野球場) の着陸回数は 20 回であり全出動記録の中で最も多い R P である。

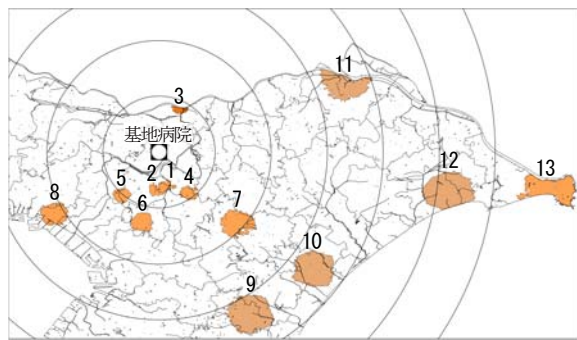


図 5 対象 R P の実態圏域の距離分布

30 ～ 40 (km) の距離帯では、大網白里市大網白里アリーナの着陸回数が 13 回であり距離帯の中では最も多いが、人口密度では他と比べ倍ほどの値であったが、その他の道路密度、交差点密度では大きな差はみられなかった。

8. 地域空間特性を持つ実態圏域の分析 (表 2) (図 6)

実態圏域の分析から特徴的な地域空間特性をもつ 4 ケ所の R P の実態圏域をスケールアップし、対象 R P、対象外 R P、第二次病院、第三次病院、幹線道路及び主要地方道を ArcGIS を用いて抽出し分析する。

1) 西志津スポーツ等多目的広場の地域空間特性について

国道や県道からアクセスしやすい場所に位置している。

実態圏域内に 8 ケ所の R P を含んでいるが着陸回数で比較すると 18 回に対し八千代市立勝田台小学校 4 回、佐倉市立西志津中学校 1 回、他 6 ケ所 0 回と大きな差がある。

他の R P の施設用途は 6 ケ所が教育施設で 2 ケ所が当 R P 同様のスポーツ施設・公園である。以上から、救急誘導に時間がかかる教育施設と幹線道路・主要地方道からのアクセスがよいという要素が着陸回数に影響を与えていると考えられる。

2) 中央公園の地域空間特性について

当 R P の実態圏域内に 7 ケ所の R P を含んでおり、それら全てが教育施設である。

以上から 1) の R P と同様の考察ができる。しかし、圏域内に第二次病院を 2 施設含んでいることから当 R P の実態圏域の人口密度の高さをカバーしていると考えられる。

3) 市役所前広場の地域空間特性について

当 R P の実態圏域の人口密度は他と比較しても異常に高い、しかし R P が当 R P の 1 つしかない。

第二次病院を圏域内に 2 施設含んでいるがそこで対応できない救急患者を搬送するため着陸

表 2 各 R P 別の救急搬送に影響を及ぼす要素

	RP 名称	市町村	距離分布 (km)	着陸回数 (回)	圏域内の RP 数 (ヶ所)	圏域面積 (km ²)	人口数 (人)	総道路距離 (km)	交差点数 (ヶ所)	人口密度 (人/km ²)	道路密度 (km/km ²)	交差点密度 (ヶ所/km ²)	二次病院 (施設)	三次病院 (施設)
1	印南小学校	佐倉市	0～10	13	2	4.28	7,098	41.41	150	1,658	9.68	35	0	0
2	染井野調整池広場	佐倉市	0～10	12	6	5.57	9,246	56.59	218	1,660	10.16	39	0	0
3	河川防災センター	米町	0～10	12	1	2.27	1,499	21.67	88	660	9.55	39	0	0
4	白銀小学校	佐倉市	0～10	13	3	5.60	8,934	65.04	371	1,595	11.61	66	0	0
5	西志津スポーツ等多目的施設用地	佐倉市	0～10	18	9	5.95	14,408	85.87	516	2,422	14.43	87	0	0
6	中央公園 (野球場)	四街道市	10～20	20	8	10.17	26,313	136.39	744	2,587	13.41	73	2	0
7	都立八街学園多目的広場	八街市	10～20	13	6	20.75	18,165	181.69	759	875	8.76	37	2	0
8	市役所前広場	習志野市	20～30	12	1	15.02	111,996	199.58	1,216	7,456	13.29	81	2	0
9	大網白里アリーナ	大網白里町	30～40	13	5	42.54	34,619	366.17	1,470	814	8.62	35	1	1
10	成東総合運動公園	山武市	30～40	10	6	36.65	14,738	318.01	1,106	402	8.68	30	0	0
11	佐原河川敷緑地	香取市	30～40	10	2	29.54	8,988	266.28	1,147	304	9.01	39	0	1
12	国保旭中央病院	旭市	50～60	11	1	45.98	23,950	475.23	1,945	521	10.34	42	0	1
13	銚子マリナー	銚子市	60～	10	8	32.02	25,538	349.97	1,612	798	10.93	50	1	1

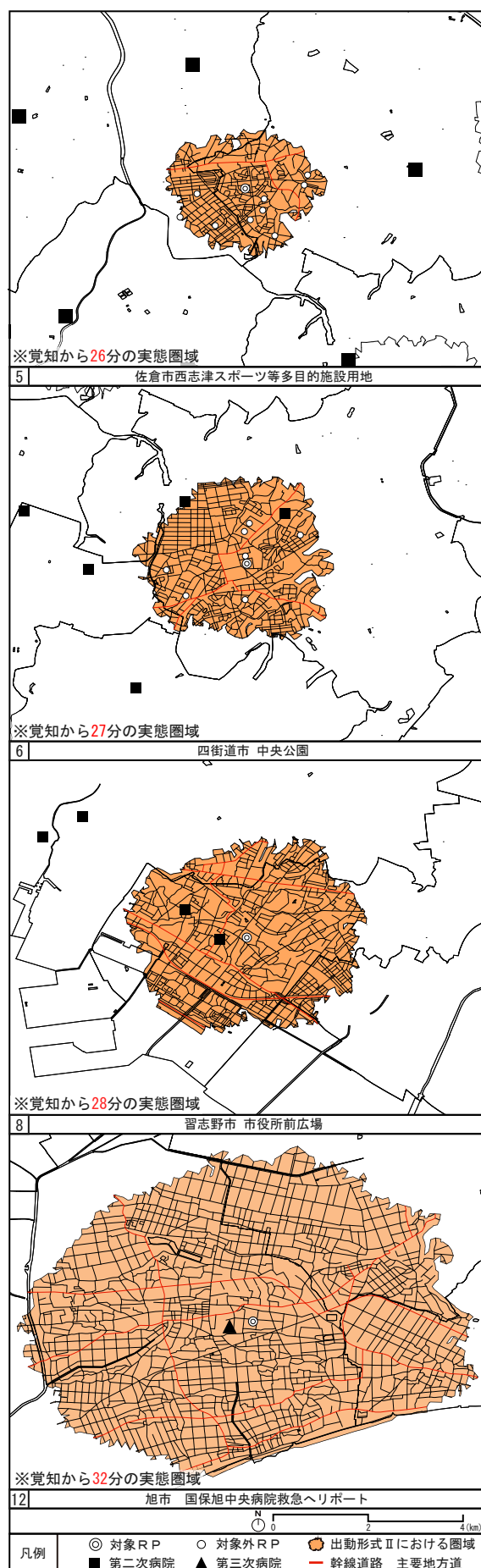


図6 対象R.P.の地域空間特性

回数に影響していると考えられる。

4) 国保中央病院救急ヘリポートの地域空間特性について

当R.P.は施設用途自体が第三次病院の救急ヘリポートとである。さらに当R.P.は最大の圏域面積であるがR.P.が圏域内に無いため着陸回数が高くなると考えられる。

9. まとめ

地域医療にとって有効と考えられる実態圏域をスケールアップし可視化・分析することにより着陸回数に影響すると考えられる要素と救急搬送に適するR.P.との地域空間特性について詳細に考察した。

これらは、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有効な医療圏域を構築するために利用可能なガイドラインとなる資料を作成することができた。

【既発表論文】

- [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]山本晃大・金子明代・大内宏友：「WebGIS, GPSを用いた救急医療の地域における広域にわたる複合利用システムに関する実証的研究—千葉市における救急施設と医療施設との複合化の適正配置について—」日本建築学会技術報告集第17号，pp499-502，2003.6
- [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指標の構築）」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検証」日本建築学会計画系論文集 第80巻 第711号 pp1159-1168, 2015.5
- [5]木村弘・黒岩孝・大内宏友・松原三人：「救急医療システムにおけるドクターカーと救急医療施設との連携よりとらえた適正配置に関する実証的研究」環境情報科学論文集 26, pp. 159-164, 2012.12
- [6]牧野内信・岡田昂・手島優・大内宏友：「東北地方のドクターヘリによる広域防災・救急医療システムに関する研究」日本建築学会東日本大震災2周年シンポジウム，pp371-372, 2013.3
- [7]山田悟史・吉川優矢・大山智基・大内宏友・及川 清昭：「ドクターヘリ運用効果の可視化と関連施設の配置計画に関する研究—医療行為開始までの短縮時間と救命率の向上率及び人口を用いた検証—」日本建築学会計画系論文集 第78巻 第680号 pp. 2163-217 2013.10

【参考文献】

- i) 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
- ii) 宇野 彰：「救急医療システムのドクターヘリと救急車両との連携の可視化による有効圏域に関する実証的研究」平成22年度日本大学修士学位論文
- iii) 総務省消防庁，2012年
- iv) 高橋 重雄・井上 孝・三條 和博・高橋 朋一 編：「事例で学ぶGISと地域分析—ArcGISを用いて—」，古今書院，2005年
- v) ドクターヘリ「飛ぶ救命救急室」西川 渉 2009.3
- vi) 日本医科大学千葉北総病院：<http://hoku-so-h.nms.ac.jp/>
- vii) HEM-NET：<http://www.hemnet.jp/>
- viii) 千葉県：www.pref.chiba.lg.jp
- ix) 茨城県：<http://www.pref.ibaraki.jp/>