

救急医療システムにおけるドクターヘリとRPの配置特性による 医療圏域の可視化について

日大生産工 (学部) 〇鶴見 亮太 日大生産工 (院) 島崎 翔
日大生産工 (院) 牧野内 信 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、我々の生命身体の安全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。「平成 25 年版 救急・救助の現況」によると、救急出動件数は年々増加傾向にある。救急車両における事件、事故、災害発生等の認知から、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、ヘリコプターに医師と看護師が同乗し、患者の元へ早期に向かうことで初期治療開始が早めることが可能なドクターヘリ^{*3)}の導入を進めている。

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。¹⁾

筆者らはこれまで、ドクターヘリの導入が急がれている一方で、それらの効果と配置に関して日本におけるドクターヘリの運用とドクターヘリの配備を進める際のランデブーポイント^{*4)} (以下、RP) について明らかにし、千葉県千葉市のドクターヘリの出動に有効な

ガイドラインを作成した。さらに筆者らは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^{*5)}」を用いて、日本医科大学千葉北総病院 (以下、北総病院) を中心とした千葉県におけるドクターヘリと救急車両の連携による有効圏域の可視化を行った。^[4] (2010)

以上の既往研究の成果をもとに、RP の所在地等をまとめた救急出動に関する記録^{*6)}を用いて、ドクターヘリ出動地域を出動件数、施設用途別に分けた資料を作成する。千葉県及び茨城県南部の RP の用途の種類の把握から、RP 総数と施設用途ごとの着陸回数をまとめ、圏域を可視化する。これらを踏まえ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 RP の施設用途の分析からなる有効な医療圏域を構築するための資料を作成する。

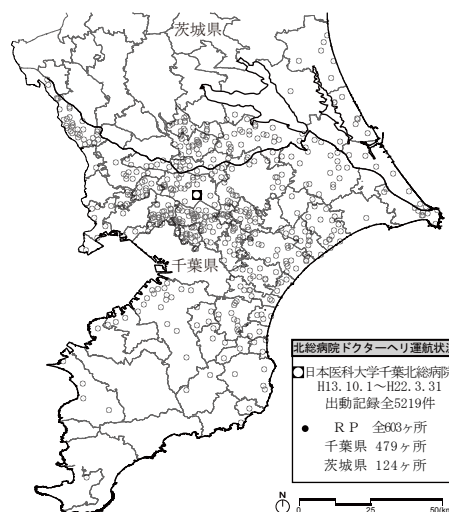


図 1 研究対象地域

【注釈】

*1) WebGIS GIS (Geographic Information System) の基本技術としての 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に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) 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 7 条で関連機関の協力が求められている。

*5) 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載せて離陸し現場へ向かう。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。

*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、救急車両の発着時間、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。

Study on Visualization of the effective medical sphere by placement characteristics of emergency vehicles and air ambulance for the emergency medical system

Ryota TSURUMI, Sho SIMAZAKI, Makoto MAKINOCHI and Hirotomo OHUCHI

3. 研究対象地域（図1）

北総病院は2001年10月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。

4. 救急医療に関する記録（表1）

本稿では、北総病院の協力により得られた救急出動に関する記録を用いる。記録には月日、要請機関、出動区分、搬送方法、着陸場所、片道距離、受入病院、帰還地が記載され、2001年10月から2010年3月の出動に関する全5219件を有効資料とする。

表1 救急出動に関する記録の一部

日付	出動区分	搬送方法	離陸・場所	着陸場所
2/9	転院搬送	ヘリ搬送	千葉北総病院	中台野球場
2/10	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	八千代消防訓練所
2/10	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	ふるさと自然公園
2/12	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	南部グランド
2/14	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	交進小学校
2/14	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	酒々井小学校
2/14	転院搬送	ヘリ搬送	千葉北総病院	成田空港（ヘリスポットNo24）
2/16	ランデブー	ヘリ搬送	千葉北総病院	印南小学校

5. 研究対象地域におけるドクターヘリの出動形式（図2）

救急医療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を採用している（Ⅰ）（Ⅱ）の出動形式に着目し、ドクターヘリの出動を検討する。

（Ⅰ）消防本部指令センターからの要請

通信指令担当者が覚知内容からドクターヘリの必要性を判断する場合

（Ⅱ）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最も多い出動形式（Ⅱ）の現場救急隊長からの要請に着目する。

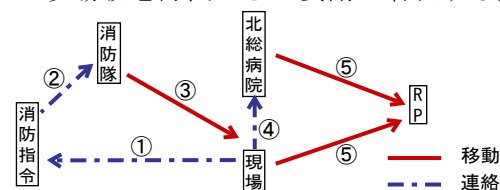


図2 ドクターヘリ出動形式Ⅱの概略図

救急現場から消防本部に119番通報が入り、現場に消防隊が出動する。ランデブー方式では、消防隊が救急車両を用いて患者をRPまで搬送する。基地病院で待機しているドクターヘリは救急現場から出動要請を受けるとともにRPに向かって出動し、RPにてドクターヘリと救急車両が合流する。その際、ドクターヘリが到着する前に救急車両がRPに到着し、救急誘導をすることで、より円滑な患者の受け渡しが可能となる。

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（図3）

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分析を行う。本稿では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医療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。

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。

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。

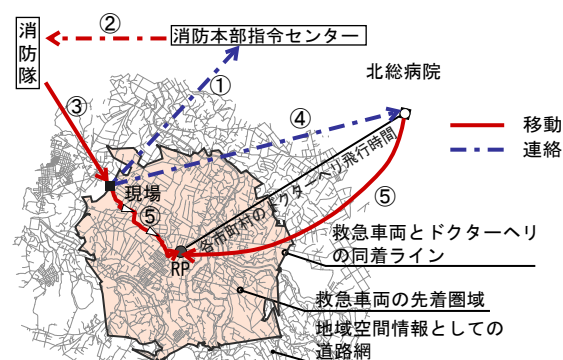


図3 ドクターヘリと救急車両のランデブー圏域算出の概略

*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

数値地図上に点・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。

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。

7. 施設用途の特性の分析

覚地～RP到着における施設用途別の圏域比較を以下に示す。(図4)

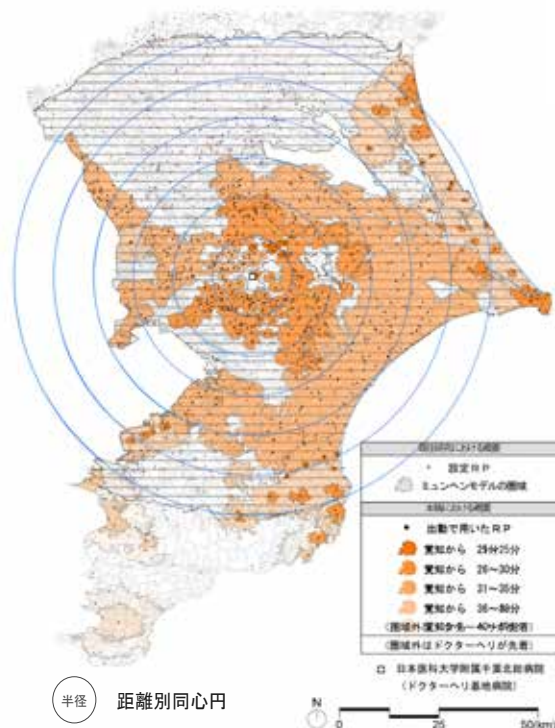


図4 覚地～RP到着における距離別による圏域比較

1) RPの千葉県と茨城県南部の比較について(図5)(図6)(図7)

千葉県と茨城県南部のRP数には比較的差は少ない。しかし、着陸回数の合計欄を見ると、千葉県が4215回の着陸回数に対して、茨城県は61回と大きな差がある。(表2)

これは北総病院に配備されているドクターヘリは千葉を中心に稼働しているため、茨城県内のドクターヘリが補うことができない場合のみ稼働しているため着陸回数に差が生じている。

表2 施設用途別のRP数と着陸回数

用途・種類別	RP総数		着陸回数		着陸平均	
	千葉	茨城南部	千葉	茨城南部	千葉	茨城南部
1、教育機関	807	586	1867	28	2.31	0.05
2、スポーツ施設・公園	298	277	1649	26	5.53	0.09
3、その他	20	70	247	0	12.35	0
4、公共施設	15	36	165	0	11	0
5、病院	5	8	121	3	24.2	0.38
6、飛行場・空港	11	10	117	0	10.64	0
7、駐車場	10	29	23	4	2.3	0.13
8、ゴルフ場・クラブ施設	9	8	26	0	2.98	0
9、合計	1175	774	4215	61		
全体の平均着陸回数					8.91	0.08

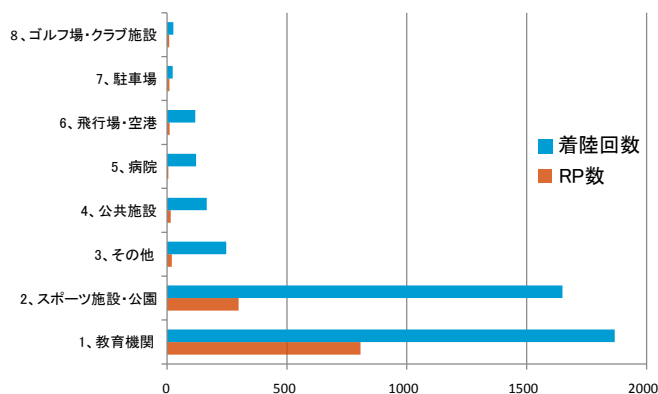


図5 千葉県の施設用途数と着陸回数

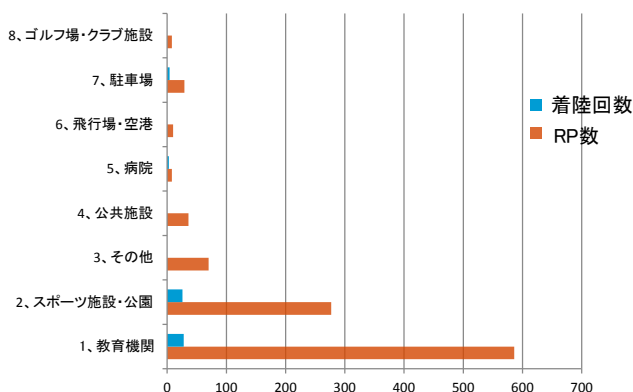


図6 茨城県南部の施設用途数と着陸回数

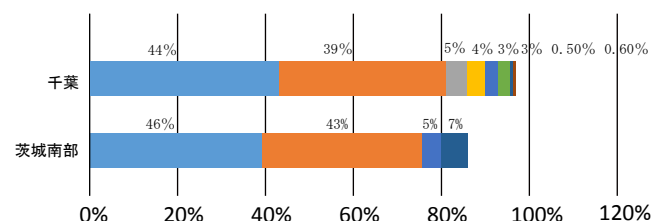


図7 千葉県と茨城県南部の着陸回数比率

2) 施設用途別の比較について

教育機関はRP総数、着陸回数ともに千葉県、茨城県南部の8項目の中で最も多い。しかし、平均着陸回数は千葉県2.31、茨城県0.05と全体の平均着陸回数より下回る結果となった。反対にRP総数の少ない飛行場・空港では平均着陸回数が増えている。教育機関と比べ、救急誘導により着陸の配慮がとりやすいため、RP総数の差に関係なく回数が多くなったと考える。(表2)(図8)

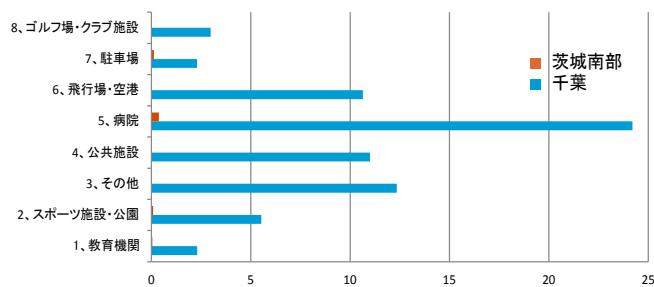


図8 千葉県と茨城県南部における全体の平均着陸回数

3) 各施設用途別の着陸回数並びに有効圏域の考察について(図9)

各施設用途別に着陸回数を明確にした。その上で周辺環境のRPの着陸回数が顕著に表れた箇所をまとめた。

■千葉県成田市 成田空港

周辺のRPは少なく、着陸回数もほとんどないが、成田空港は5回の着陸をしている。元々の空港としての設備が整っているためこのような結果になったと考える。

■千葉県銚子市 銚子マリーナ

銚子マリーナは10回着陸している。周辺には海水浴場、海浜公園などの水難事故が起きやすい場所があるためと考える。

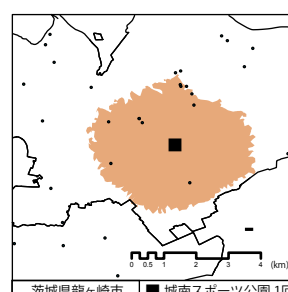
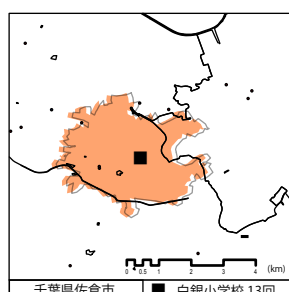
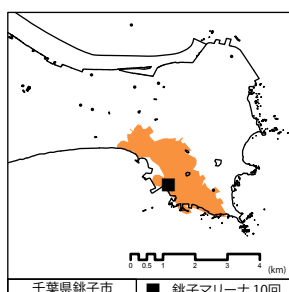
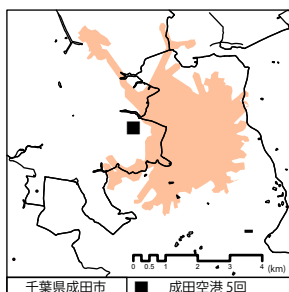


図9 各用途施設別の有効圏域

【謝辞】

本研究に際し、日本医科大学千葉北総病院救命救急センター松本尚先生及び、救急センターの方々、ご協力頂きました方々及び機関に心から御礼を申し上げます。

【既発表論文】

- [1]大内宏友・高倉朋文・横塚雅直：「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]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—」情報・システム・利用・技術シンポジウム，第34回，pp115-120，2011.12

■千葉県佐倉市 白銀小学校

千葉県の教育機関で最も多い13回の着陸回数である。周辺のRPは細い路地に面しており、大通りに面している白銀小学校は救急車両の搬送が容易なのではないかと推測する。

■茨城県龍ヶ崎市 城南スポーツ公園

茨城県南部は比較的着陸回数が少ない。城南スポーツ公園は周辺にある城西中学校よりも着陸回数が少ない。これは敷地面積が城西中学校より狭い公園であるため、着陸回数が少ないと考える。

8、まとめ

北総病院の救急出動に関する記録を用いて、千葉県・茨城県南部におけるRP総数とドクターヘリ出動による施設用途の分析結果から各RPの実働数を把握することができた。

また、施設用途における着陸回数を比較・分析することで施設用途ごとの使用目的によって大きな差が生じることが考察できた。

以上より、地域空間情報にもとづいた救急医療システムにおけるドクターヘリとRPの施設用途の分析からなる医療圏域を構築するための基礎資料を作成することができた。

【参考文献】

- [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
- 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://hokuso-h.nms.ac.jp/>
- vii) HEM-NET：<http://www.hemet.jp/>
- viii) 千葉県：www.pref.chiba.lg.jp
- ix) 茨城県：<http://www.pref.ibaraki.jp/>