

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圏域の構築

日大生産工（院） ○手島 優

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、昭和 38 年に消防法上に位置づけられてから、我が国が超高齢社会を迎えた現在においても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。「平成 23 年版 救急・救助の現況」によると、平成 22 年中の救急自動車による救急出動件数及び救急搬送人員はともに過去 10 年で最高の件数となり、年々増加傾向にある。これに伴って救急車の現場到着時間及び病院収容時間の遅れが顕著に現れている。（図 1）これは、救急患者が初期治療を受ける時間の遅れを意味し、我が国における救急医療業務が抱える大きな課題である。

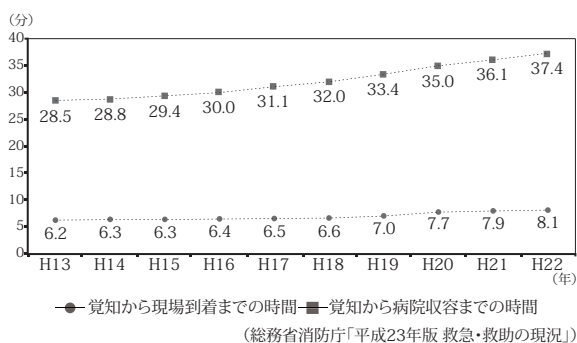


図1 現場到着時間及び病院収容時間の推移

このような現状に対し、各自治体では Web GIS・GPS^{*1)*2)}などの情報技術を利用し位置情報を把握する事で搬送の効率を高める救急医療情報システムの導入を進めている。それに加えて、医師が救急車両に同乗し治療開始時間を早めるドクターカーシステム^{*3)}、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初期治療を早期に開始することの出来るドクターヘリなどの導入を進めている。

このドクターヘリは、平成 13 年 4 月より厚生労働省の「ドクターヘリ導入促進事業」が開始された。平成 24 年度では、千葉県で運航している 2 機を含め、全国 31 道府県で 37 機が運航され、ドクターヘリ配備府県は過半数を超えたことで、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。救急現場にいち早く救急専門医を送り込み、医療機関までの搬送時間を短くするだけでなく、治療開始時間を早く出来るという点で優れた効果を発揮できるドクターヘリ事業は、今後一層の普及と有効活用が期待されると同時に、多様化する医療システムとの連携が重要である。

以上を踏まえ本研究ではドクターヘリの有効な医療圏域を可視化し、施設適正配置におけるガイドライン及び出動に関する指針を提示することで命を守る生命環境モデルの構築を目的とし、本稿では、日本医科大学付属千葉北総病院（以下、北総病院）の協力により得られた出動記録を用いてドクターヘリと救急車両のランデブー方式による連携について分析をすることで、ドクターヘリの有効圏域を明らかにし、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）配置計画に利用可能な基礎資料を提示することを目的としている。

2. 既往研究

救急医療の関連研究としては、建築計画において中山ら¹⁾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。また、友清ら^{2) 3)}医療機関の規模による一次から三次までの体系的な救急医療施設整備と患者の要求医療水準との需給関係についてが、救急医療施設の利用患者の実態を明らかにし、スクリーニングシステムにより、各医療施設の体制に対応した受診システム構築の知見を考察し成果を得ている。

筆者ら^[3]は、ドクターカーシステムの先進的事例である、千葉県船橋市において、ドクターカーの出動に関する記録をもとに、ドクターカーペア出動システムの現状を明らかにし、救急隊の活動範囲とドクターカーの有効出動範囲のガイドラインを得た。

さらに、筆者ら^{[4][5]}はドクターヘリの導入

Study on the area on effective sphere by cooperation of the air ambulance and emergency vehicle by regional partnership of the emergency medical service

Yu TEJIMA and Hirotomo OHUCHI

が急がれている一方で、それらの効果と配置に関してドイツと日本におけるドクターヘリの運用と実態について明らかにし、千葉県千葉市におけるドクターヘリ出動における有効なガイドラインを作成した。千葉県においては、ドクターヘリと救急車両の連携と第三次医療機関との連携による医療圏域の可視化を行い、施設適正配置におけるガイドラインと成り得る基礎資料を提示した。

これを踏まえ本稿では、ドクターヘリ要請から RP 到着までの時間に着目し、時間的指標について検討することで、より詳細なドクターヘリの有効圏域を明らかにし、施設適正配置に利用可能な基礎資料を提示する。

3. 研究概要

3. 1. 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、この飛行範囲を研究対象地域とする。(図 2)

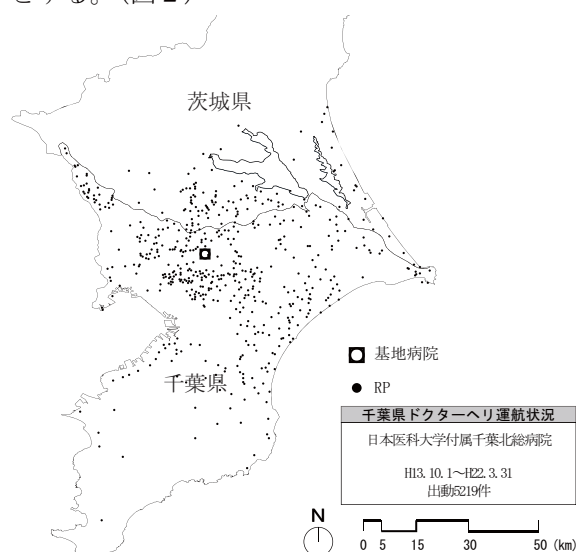


図 2 研究対象地域概要

3. 2. 救急出動に関する記録

本稿では、北総病院の協力により得られた出動記録を用い、ドクターヘリの運航を開始した 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 件を扱う。記録項目としては、ドクターヘリの出動区分、着陸場所、出動要請時間から搬送先病院到着時間までの時系列、救急車両の記録として覚知時間、出動時間、現地着時間、現地発時間、RP 到着時間、RP 発車時間、救急車両病院着時間、発生地区等がある。

本稿では、出動区分がランデブーである記録

の中から、最も採用が多い「現場救急隊長からの要請」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、4369 件を取り扱う。

さらに、RP に関する記録の選定として、出動記録より実際にランデブー方式で使用された RP を有効資料とし、千葉県 479 件、茨城県 124 件、全 603 件を取り扱う。

なお、全記録から出動区分が転院搬送、キャンセル、現場直近、その他、無記入であったものを除く。

4. 救急医療業務における時間的指標の検討

ランデブー方式では、ドクターヘリ要請からドクターヘリと救急車両が RP に向かいランデブーし、医師と患者が接触するまでの一連の流れが迅速に行われるように、ドクターヘリと救急車両は連携を取ると同時に、医師が患者に接触するまでの時間をより短縮するための工夫がなされている。そこで本稿では、現場隊長がドクターヘリを要請し、RP にドクターヘリと救急車両が同時に到着することを有効とし、ドクターヘリ要請から RP 到着までの時間について検討する。

ドクターヘリが RP に到着するまでの時間は、基地病院からの距離により大きく異なることから、各市町村別にドクターヘリの飛行時間を算出する。

T i 「各市町村のドクターヘリ飛行時間」

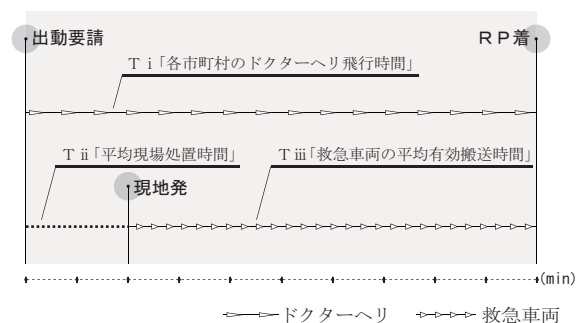
発生市町村別に出動要請～RP 着陸までの時間を算出し、それを平均した時間とする。

T ii 「平均現場処置時間」

出動要請～現地発までの時間を算出し、それを平均した時間とする。

T iii 「救急車両の平均有効搬送時間」

各市町村において T i より T ii を減算した時間とする。(図 3)



$$\text{▶ } T_{iii} = T_i - T_{ii}$$

図 3 ドクターヘリと救急車両の有効時間経過

表 1 出動記録より算出した数値及び資料件数

市町村名	T _i (min)	出動 件数	市町村名	T _i (min)	出動 件数	市町村名	T _i (min)	出動 件数
茨城県								
稲敷市	14	66	牛久市	14	32	鹿嶋市	19	20
神栖市	20	47	河内町	12	19	潮来市	19	4
利根町	10	12	行方市	19	1	鉾田市	23	7
美浦村	18	1	龍ヶ崎市	12	52			
千葉県								
旭市	15	1	我孫子市	10	47	いすみ市	22	90
市川市	13	86	一宮町	19	27	市原市	16	37
印西市	9	320	浦安市	15	36	大網白里町	15	67
大多喜町	22	14	御宿町	24	3	柏市	12	28
勝浦市	25	5	香取市	17	65	鎌ヶ谷市	12	21
神崎町	16	3	木更津市	20	1	九十九里町	15	32
栄町	8	133	佐倉市	9	594	山武市	14	98
酒々井町	10	104	芝山町	14	9	白子町	16	23
白井市	11	342	匝瑳市	16	37	袖ヶ浦市	20	3
多古町	16	16	館山市	32	1	銚子市	23	61
長生村	17	16	長南町	18	23	東金市	14	88
東庄町	19	10	富里市	11	95	長柄町	16	12
流山市	19	1	習志野市	11	24	成田市	13	77
野田市	16	118	富津市	26	3	船橋市	10	1
睦沢町	19	10	茂原市	17	100	八街市	12	339
八千代市	9	406	横芝光町	16	29	四街道市	10	267

5. 地域空間情報に基づいた救急医療の分析

5. 1. 分析方法の概要

救急車両は道路網の影響を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、道路網を考慮した分析を行う必要がある。この分析を本稿では ArcGIS 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。(図 4)

なお、本稿では国土地理院刊行の数値地図 2500 (空間データ基盤) を用いる。

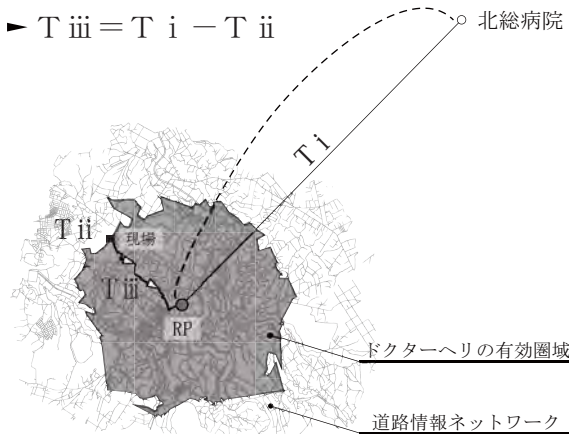


図 4 ドクターヘリの有効圏域算出の概略

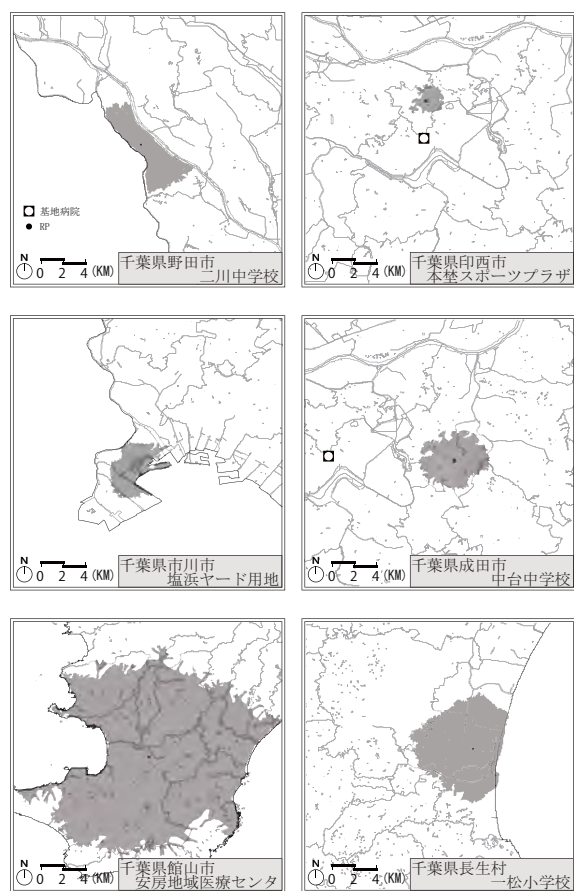


図 5 市町村別に飛行時間を検証した場合の
ドクターヘリの有効圏域 (各 RP)

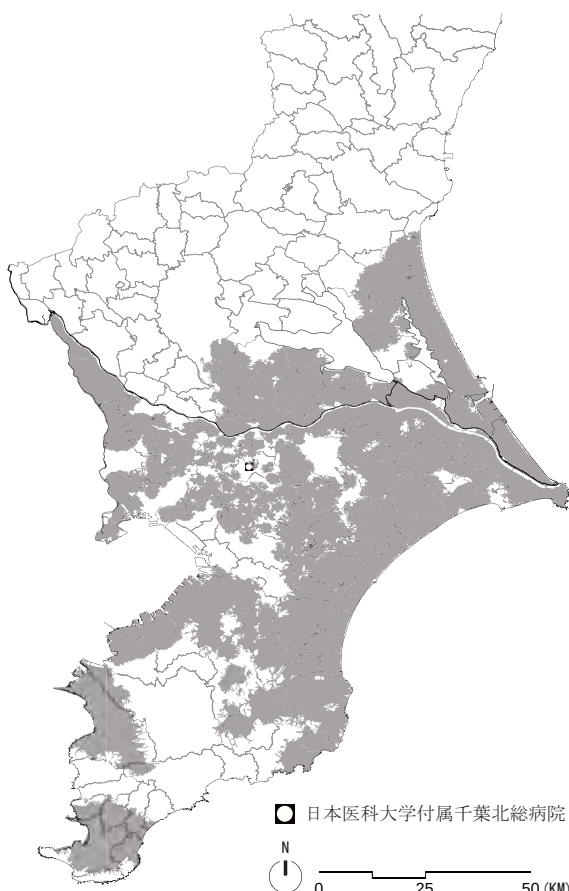


図 6 市町村別に飛行時間を検証した場合の
ドクターヘリの有効圏域

5. 2. 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

ArcGISにおける地域の道路網の空間情報によるネットワークデータの構成と作成手順を以下に示す。

①ドクターヘリの出動記録より、実際に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^{*5)}として入力する。

③出動記録よりTiiiの時間を算出し、「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を属性の時間に通過出来る「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。

以上の手順により、本稿で扱う道路情報によるネットワークデータの構築を行う。なお、ネットワーク解析を行う際にはルート上でのUターンはしないことを条件とする。

6. まとめ

成田市は中心部にRPが少なく、圏域がドーナツ型に広がっている。(表1、図5、図6)

印西市、佐倉市等の基地病院に近い市では圏域が小さいために、現状のRPの数では網羅できていない地域が多く存在することが分かる。

銚子市から御宿町までの外房に続く海岸線では数多くのRPが存在し、圏域が重なり合っていることが分かる。

市川市、浦安市は、東京湾側に突き出る形状であるため、圏域が拡がりにくくなっている。

松戸市、船橋市、千葉市は人口も多く基地病院から近くに位置するが、ランデブー方式を用いた出動が船橋市の1件のみであったため、圏域がほぼ無く穴が空いた状態になっている。

館山市、富津市では圏域が拡がっているが、救急車両とドクターヘリが合流するまでに時間(Ti)を取るため、現状で有効とは言えない。

市町村別に要請からRP着陸までのドクターヘリの飛行時間を検証し、ドクターヘリと救急車両のランデブー方式を採用した場合の有効圏域を可視化したことで、RPの配置計画に利用可能と成り得る成果を得た。

今後の方針として、既往研究との比較考察を行うことで、北総病院におけるドクターヘリ事業の実態をより詳細にし、基礎資料を提示する予定である。

<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。

<注釈>

*1) 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) ドクターカーシステム

これまで患者を医療施設まで搬送することを目的とした救急車に対し、救命率向上のために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。

*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、学校グラウンドや駐車場などに事前に決められており、ドクターヘリが安全に着陸できる場所の確保を出来るように、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。

*5) 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。

<既発表論文>

[1]大内宏友, 高倉朋文, 横塚雅宜: 「救急医療システムと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 その1—」

日本建築学会計画系論文集, 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, pp466-502, 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]宇野 彰・工藤恭正・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 その1 その2」

日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1033-1036 2010

[5]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

<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) 友清貴和, 両角光男: 「施設の利用実態からみた救急医療の特性—救急医療施設の整備計画に関する研究 その1—」

日本建築学会論文報告集第414号, pp81-87, 1990. 8

3) 友清貴和, 両角光男: 「救急患者のスクリーニングシステムについて—救急医療施設の整備計画に関する研究 その2—」

日本建築学会論文報告集第427号, pp71-79, 1991. 9

4) 総務省消防庁, 2012年

5) ドクターヘリ”飛ぶ救命救急室” 西川渉 2009. 3

6) 日本医科大学千葉北総病院: <http://hokuso-h.nms.ac.jp/>

7) HEM-NET: <http://www.hemnet.jp/>

8) 千葉県: www.pref.chiba.lg.jp

9) 茨城県: <http://www.pref.ibaraki.jp/>