

# 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

○牧野内 信<sup>\*1</sup> 手島 優<sup>\*2</sup>  
木村 敏浩<sup>\*3</sup> 大内 宏友<sup>\*4</sup>

キーワード：救急医療 WebGIS GPS ドクターヘリ 適正配置 生命環境モデル

## 1. 研究背景と目的

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24年度版 救急・救助の現況」<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事件・事故・災害等の発生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、各自治体では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、ドクターカーシステム<sup>\*4)</sup>、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<sup>\*5)</sup>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付けられ、平成25年5月には全国35ヶ所41機の運行で、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。

本稿ではこれまでの研究をふまえ、命を守る生命環境モデルの構築に向け、ドクターヘリの配備を進める際のランデブーポイント<sup>\*6)</sup>（以下、RP）と、医療施設との相互の関係性による適正配置におけるガイドライン及び出動に関する指標を提示するため基礎資料の作成を目的とする。



図1 北総病院に配備されているドクターヘリ

## 2. 既往関連研究

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。<sup>i)</sup>

これまで本研究において、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、これによりドクターカーの出動範囲のガイドラインを提示した。<sup>[1]</sup> (1994) また、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、千葉市における救急医療業務の現状を分析し、WebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムによる有効性を出動圏域の面積から明らかにした。<sup>[3]</sup> (2010)

ドクターヘリシステムに関連して、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>\*7)</sup>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。<sup>[4]</sup> (2011) また東日本大震災において、東北地方の防災・救急医療システムの広域ヘリネットワークの可能性に関して検討を行った。<sup>[6]</sup> (2013) さらに琵琶湖を中央に分散した市街地により形成されている滋賀県を事例にドクターヘリの運用効果を時間的指標と人口から可視化し、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。<sup>[7]</sup> (2013)

本稿においては以上の成果をもとに、ドクターヘリと救急車両との連携による圏域の可視化を行い、有効な医療圏域の施設適正配置のガイドラインの基礎資料を作成する。

## 3. 研究概要

既往研究では、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」を用いて、国内におけるドクターヘリ先進事例である北総病院を中心とする半径50kmに設置されているRPに、救急車両が15分で到着する圏域をドクターヘリの有効圏域とし、千葉県にお

けるドクターヘリと救急車両の連携による圏域の可視化を行った。<sup>[4]</sup>しかし、これは基地病院から半径50km内であれば、ドクターヘリは15分以内に着陸出来るという定説を前提にしたものであり、実態の出動圏域とは異なるものである。

本稿では、ドクターヘリの出動記録<sup>\*8)</sup>をもとに、ドクターヘリ出動の現状により近い出動の圏域を可視化し、北総病院から同心円で分けし距離ごとの特性を分析することで、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を提示するための基礎資料を作成する。

#### 4. 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2)

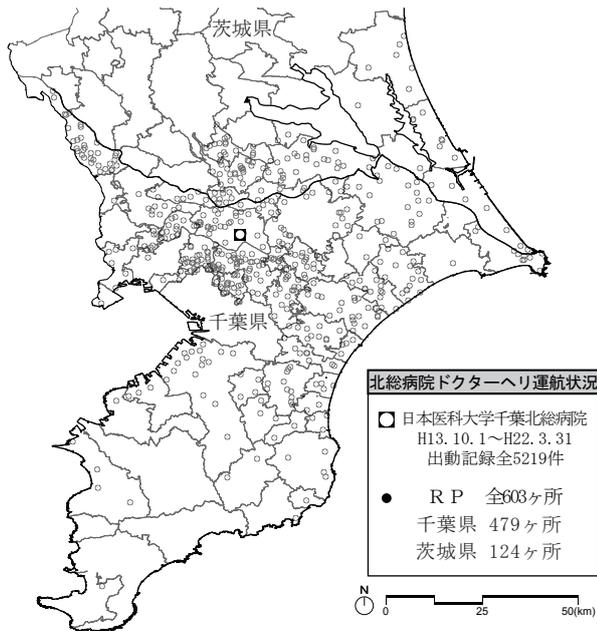


図2 研究対象地域

#### 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を採用している(I)(II)の出動形式に着目し、ドクターヘリ出動を検討する。(図3)(表1)

##### (出動形式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

##### (出動形式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

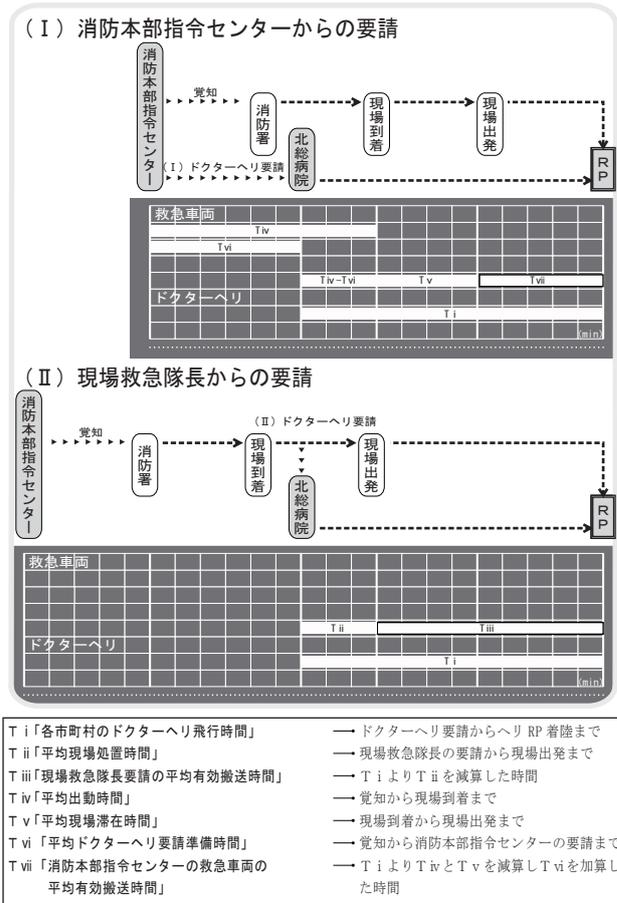


図3 ドクターヘリと救急車両のランデブーにおける時間的指標

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。

#### 6. 分析手法の概要

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、道路網を考慮した分析を行う必要がある。この分析は、ArcGIS<sup>\*9)</sup>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4)

#### 7. 救急医療業務における時間的指標の検討

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。(図3)(表1)

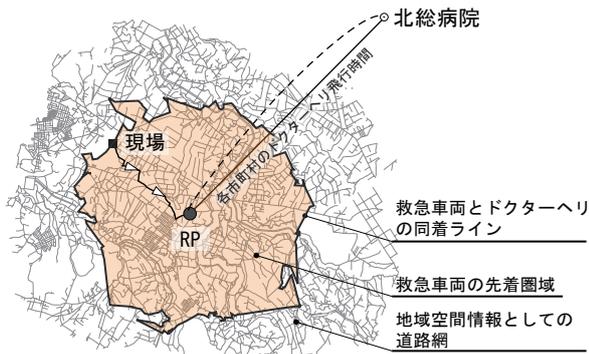


図4 ドクターヘリと救急車両のランデブー圏域算出の概略

**T i 「各市町村のドクターヘリ飛行時間」**

発生市町村別にドクターヘリ要請～ドクターヘリ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」**

現場救急隊長の要請～現場出発までの時間を算出し、それを平均した時間とする。

**T iii 「現場救急隊長要請の平均有効搬送時間」**

各市町村におけるT i よりT ii を減算した時間とする。

**T iv 「平均出動時間」**

覚知～現場到着までの時間を算出し、それを平均した時間とする。

**T v 「平均現場滞在時間」**

現場到着～現場出発までの時間を算出し、それを平均した時間とする。

**T vi 「平均ドクターヘリ要請準備時間」**

覚地～消防本部指令センターの要請までの時間を平均した時間とする。

**T vii 「消防本部指令センターの救急車両の平均有効搬送時間」**

各市町村におけるT i よりT iv とT v を減算し、T vi を加算した時間とする。

**8. 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**

- 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<sup>[3]</sup>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\*<sup>10)</sup>として入力する。
- ③出動記録よりT iii、T vii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。なお、ルート上でのUターンはしないこととする。結果を地図上に可視化し、その一部を(図5)(図6)に示す。

表1 各市町村のドクターヘリ飛行時間及び出動件数

	T i : 飛行時間 (min)	出動形式 (I) 覚知～RP到着 (min)	出動形式 (II) 覚知～RP着陸 (min)	出動件数 (件) 全 4365 件	
千葉県	旭市	15	21	32	1
	我孫子市	10	16	27	47
	いすみ市	23	29	40	95
	市川市	13	19	30	92
	一宮町	19	25	36	30
	市原市	16	22	33	42
	印西市	9	15	26	322
	浦安市	15	21	32	36
	大網白里町	15	21	32	76
	大多喜町	22	28	39	15
	御宿町	24	30	41	3
	柏市	12	18	29	28
	勝浦市	25	31	42	6
	香取市	17	23	34	70
	鎌ヶ谷市	12	18	29	22
	神崎町	16	22	33	3
	木更津市	20	26	37	1
	九十九里町	15	21	32	34
	栄町	8	14	25	135
	佐倉市	9	15	26	612
	山武市	14	20	31	118
	酒々井町	10	16	27	105
	芝山町	14	20	31	10
	白子町	16	22	33	24
	白井市	11	17	28	345
	匝瑳市	16	22	33	44
	袖ヶ浦市	20	26	37	3
	多古町	16	22	33	16
	館山市	32	38	49	1
	銚子市	23	29	40	69
	長生村	17	23	34	16
	長南町	18	24	35	24
	東金市	14	20	31	105
	東庄町	18	24	35	11
	富里市	11	17	28	103
	長柄町	16	22	33	13
	流山市	19	25	36	1
	習志野市	11	17	28	24
	成田市	13	19	30	80
	野田市	16	22	33	132
富津市	26	32	43	4	
船橋市	10	16	27	1	
睦沢町	19	25	36	10	
茂原市	17	23	34	108	
八街市	12	18	29	352	
八千代市	9	15	26	408	
横芝光町	16	22	33	32	
四街道市	10	16	27	268	
茨城県	稲敷市	14	20	31	67
	牛久市	14	20	31	34
	鹿嶋市	19	25	36	21
	神栖市	20	26	37	48
	河内町	12	18	29	19
	潮来市	19	25	36	4
	利根町	10	16	27	12
	行方市	19	25	36	2
	鉾田市	23	29	40	7
	美浦村	18	24	35	1
龍ヶ崎市	12	18	29	53	

**9. まとめ**

分析より得られた結果を以下のように整理する。

**9.1 消防本部指令センターからの要請(図5)(図7)**

基地病院から40km以内の地域はドクターヘリの飛行範囲である。しかし、現状の出動では救急隊よりドクターヘリがRP上空まで先着することがわかる。

基地病院から50kmの地域は、ミュンヘンモデルにおいては15分以内に到着できるとされているが、消防本部指令センター要請の圏域では覚知から21～25分かかっており、出動に用いたRPの数も少ないことがわかる。

圏域は主に千葉県及び茨城県の沿岸部に広がっている。

## 9.2 現場救急隊長からの要請（図6）（図8）

現場救急隊長からの要請は、救急隊が現場に到着してからのドクターヘリ要請となるため、消防本部指令センターからの要請と比較して、ドクターヘリ到着に11分の差があることがわかる。（表1）

基地病院周辺の印西市、佐倉市などはドクターヘリが出動するより、救急車両での搬送が有効であると考えられる。

千葉市、船橋市、松戸市は人口も多く基地病院から近くに位置するが、出動が船橋市の1件のみであったため、圏域の表記を空白とした。

千葉市周辺においては出動記録がなく、ドクターヘリの圏域を空白とし、救急車両での第3次医療機関への搬送が有効であると考えられる。

船橋市周辺においては、ドクターカーの配備があるため出動が少ないと考えられるが、松戸市においては人口が多いにもかかわらず出動が少ない。

流山市、鎌ヶ谷市などの千葉県北西部は、北総病院から等距離の他地域と比較して、到着が遅れている場合が多い。千葉県北西部は人口密度が高いため、救急隊がRPから救急誘導に要する時間が長くなり、上空待機時間が長いと思われる。

ミュンヘンモデルにおいては、茨城県の半分ほどをドクターヘリの飛行範囲としているが、現状の出動においては救急車両よりもドクターヘリが先着していることがわかる。さらに、ミュンヘンモデルにおいては千葉県南部の木更津市付近までドクターヘリの飛行範囲としているが、現状の出動では覚知から36～40分かかっている。

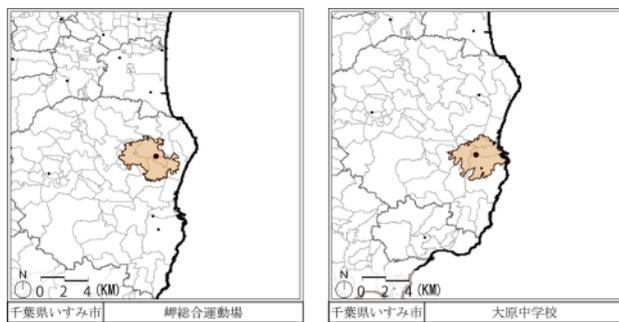


図5 消防本部指令センターからの要請による出動圏域

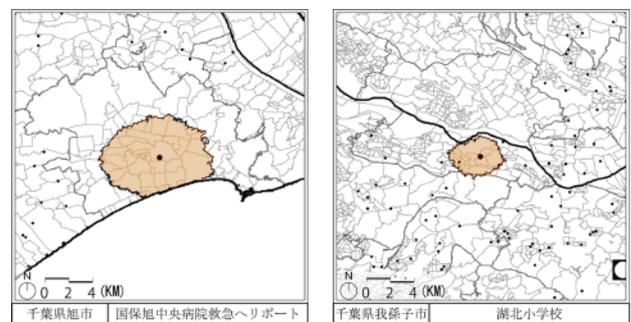


図6 現場救急隊長からの要請による出動圏域

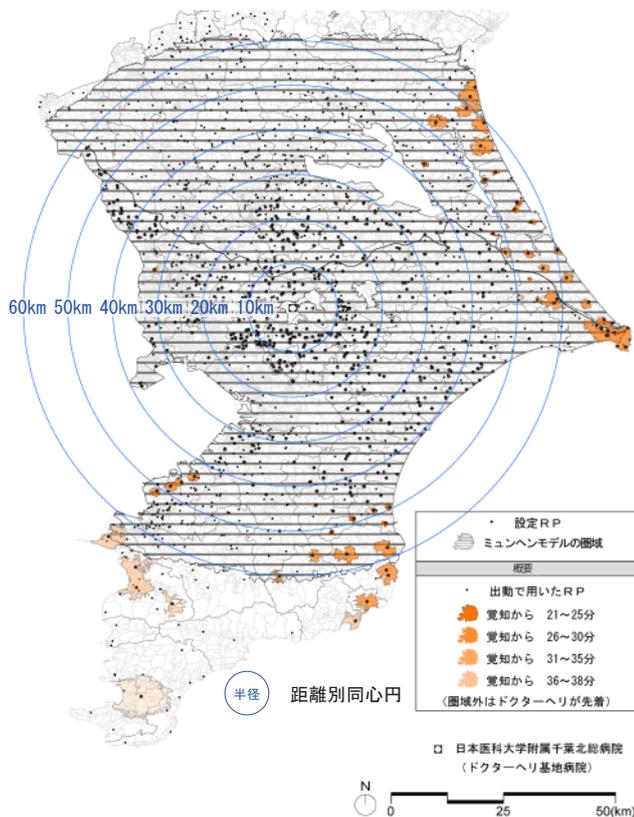


図7 ミュンヘンモデルと消防本部指令センターの圏域の比較

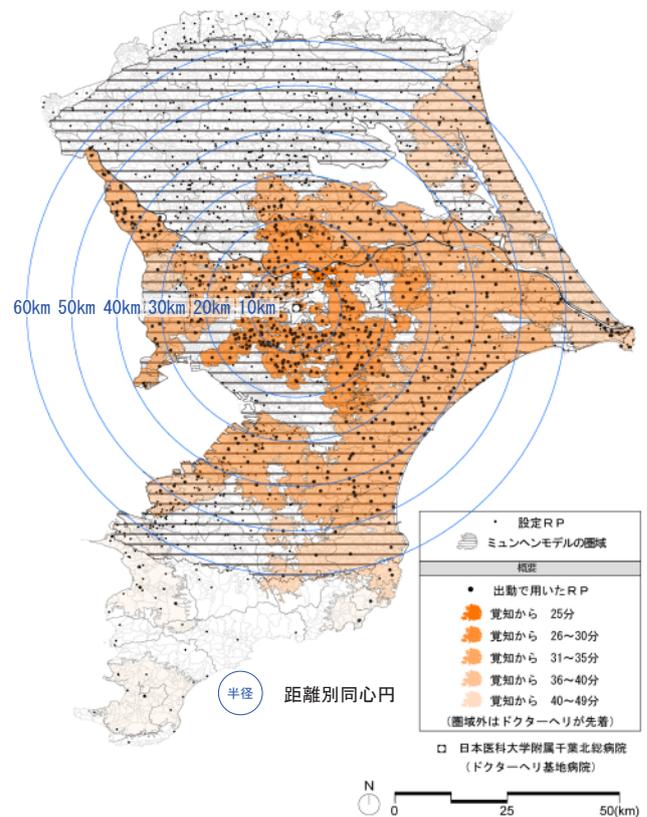


図8 ミュンヘンモデルと現場救急隊長の圏域の比較

表2 距離別同心円ごとのRPの数

同心円(半径)	円面積(k㎡)	RP数(ヶ所)	実動RP数(ヶ所)	面積÷RP数(㎡/ヶ所)
10km	314	93	76	3.376
20km	942	253	164	3.723
30km	1460	246	85	5.935
40km	1839.6	272	103	6.763
50km	2080.8	288	73	7.225
60km	2050.4	200	28	10.252
その他		171	25	

表3 現場救急隊長の要請による圏域面積

同心円(半径)	25分	26~30分	31~35分	36~40分	40~49分	合計圏域面積
10km	12.987k㎡	122.489k㎡	52.822k㎡			188.298k㎡
20km	7.001k㎡	509.884k㎡	127.488k㎡			644.373k㎡
30km		233.027k㎡	656.993k㎡	13.998k㎡		904.018k㎡
40km			1031.541k㎡	44.176k㎡		1075.717k㎡
50km			370.242k㎡	234.085k㎡		604.327k㎡
60km			156.450k㎡	697.423k㎡	8.194k㎡	862.067k㎡
その他			302.039k㎡	595.527k㎡	897.566k㎡	
合計面積	19.988k㎡	865.4k㎡	2395.536k㎡	1291.721k㎡	603.721k㎡	5176.366k㎡
圏域比率	0.386%	16.72%	46.29%	24.95%	11.66%	

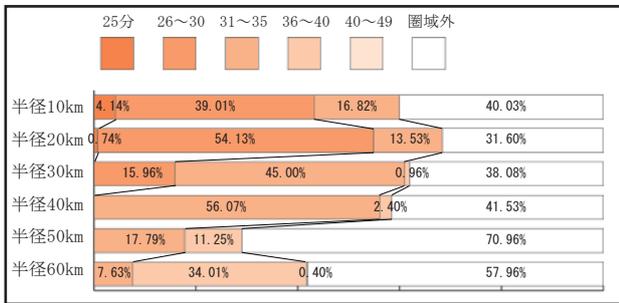


図9 現場救急隊長の要請による圏域面積の割合

### 9.3 圏域の距離別の分析

北総病院から半径10km以内の地域では3.376k㎡あたりに1ヶ所のRPがあるのに対し、60km地域では10.252k㎡あたりに1ヶ所となっており、同心円面積ごとのRPの数は北総病院からの距離に反比例していることがわかる。また、設置されているRPに対して実際に用いられたRPの割合も、北総病院からの距離に反比例していることがわかる。(表2)

図9は出動形式Ⅱの各同心円内における医療圏域の割合を示したものである。出動件数の多い現場救急隊長の要請による圏域では、圏域外面積の割合は北総病院からの距離に比例して増加しているが、半径50kmでは60kmよりも多いことがわかる。飛行範囲全体では、31~35分に到着する圏域が約5割を占めている。(表3)(図9)

### 10. 今後の方針として

以上、ドクターヘリの出動記録をもとに、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、地域ごとのドクターヘリ出動の現状により近い圏域を可視化した。今後の方針として、地域の防災、減災について、救急医療システムにおけるドクターカー・ドクターヘリと救急車両、地域コミュニティとの連携による救急医療施設の適正配置に関する検討を行う予定である。

### <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。また本研究の一部は公益財団法人大林財団の平成25年度研究助成「首都圏における防災・救急医療システムによる施設の適正配置」を受け実施したものである。

### 【注釈】

\*1) 平成24年度版 救急・救助の現況

総務省消防庁 2012.11

\*2) 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。

\*3) 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。

\*4) 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両に対し、救命率向上のために医師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。

\*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

\*6) 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。

\*7) 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。

\*8) ドクターヘリの出動記録

出動記録は、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。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病院搬送、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4369件を扱う。

\*9) 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。

\*10) 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・菊地秀和・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の指標の構築—」日本建築学会計画系論文集第3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

[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://hokuso-h.nms.ac.jp/>

vii) HEM-NET: <http://www.hemet.jp/>

viii) 千葉県: [www.pref.chiba.lg.jp](http://www.pref.chiba.lg.jp)

ix) 茨城県: <http://www.pref.ibaraki.jp/>

\*1 日本大学大学院生産工学研究科 博士前期課程

\*2 大和ハウス工業株式会社 修士(工学)

\*3 株式会社アーキテクトセオリー代表 修士(工学)

\*4 日本大学大学院生産工学研究科 教授・工博

# Empirical Study on building the medical sphere by collaboration of emergency vehicles and air ambulance for the disaster prevention and emergency medical system

○Makoto Makinouchi<sup>\*1</sup> Yu Tejima<sup>\*2</sup>  
Toshihiro Kimura<sup>\*3</sup> Hirotomo Ohuchi<sup>\*4</sup>

**Keywords** : Emergency Medical Service, WebGIS, GPS, Doctor Helicopter, Optimum placement, Life Environment Model

## Summary

In previous research, we have studied to visualize the effectual sphere of collaboration of emergency vehicles and air ambulance in Chiba prefecture. The Nippon Medical School, Chiba Hokusoh Hospital, is a medical helicopters advanced cases in Japan, which uses the Munich model that is a role model to air ambulance operation. The effectual sphere is indicated as a sphere that the emergency vehicle can arrive in 15 minutes to the rendezvous points (RP), which are located within a 50km radius of the Hokusoh Hospital.

However, it is based on the accepted notion, that if the base hospital is within 50km radius, the air ambulance can land the site within 15 minutes, and it is different from the actual sphere of the service. In this study, the basic data, which is available for building the medical sphere by collaboration of emergency vehicles and air ambulance, is developed based on the dispatch recording of air ambulance in the Hokusoh hospital.

The discussion was conducted focusing on the two rendezvous methods that cannot be missed on air ambulance dispatches.

Firstly, the sphere requested by the fire department command center is considered.

It can be understood that the areas within 40km from the base hospital, air ambulance arrive to the RP before emergency vehicles. Although areas of 50km from the base hospital is considered to be able to arrive within 15 minutes in the Munich model, the sphere requested by the fire department command center is taking 21 to 25 minutes from the call. It can be said that the number of RP used for the dispatch is small.

Secondly, the sphere requested by the emergency captain in the site is considered.

In the sphere of 26-30 minutes from the call, there are many regions that cannot be reached in time. Whereas the air ambulance covers about half of Ibaraki Prefecture in the Munich model, it takes more than 15 minutes from the call in actual dispatches.

While in the area of 10km radius within Hokusoh hospital, there is a RP per 3.376 square kilometer. And in the area of 60km radius, there is a RP per 10.252 square kilometer. It can be seen that the number of the RP per concentric area is inversely proportional to the distance from the Hokusoh hospital.

Based on the dispatch recording of air ambulance in the Hokusoh hospital, the flight time of air ambulance from the request to the arrival on the RP was verified by each municipality. And the sphere, which is close to the current state of air ambulance dispatches by region, is analyzed and visualized. Hence the basic data was developed, that is available for building the medical sphere by collaboration of emergency vehicles and air ambulance for the disaster prevention and emergency medical system.

---

\*1 Graduate Student, Graduate School of Industrial Technology, Nihon Univ.

\*2 M.Eng., Daiwa House Industry Co. Ltd.,

\*3 M.Eng., Chief Executive Officer, Architect Theory Co., Ltd.,

\*4 Prof., Dr. Eng., Dept of Architecture College Industrial Technology, Nihon Univ.