

# 救急医療システムにおける病院船の地域間連携による圏域の可視化について

○小島 俊希\*<sup>1</sup> 島崎 翔\*<sup>1</sup>  
大内 宏友\*<sup>2</sup>

キーワード：救急医療 病院船 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

救急医療業務は、現在、国民の生活・生命を守る上で不可欠なサービスとして国民生活に定着している。救急医療において患者の生存率を改善するには治療開始時間を出来るだけ早める必要がある。これに焦点をあてると、医師が救急車両に同乗するドクターカー\*<sup>1)</sup>やドクターヘリ\*<sup>2)</sup>はもとより今後の検討課題として関心が持たれている病院船の場合、救急現場に到着後、直ちに初期治療の開始ができ、医療行為を続けながら患者搬送が可能と考えられる。

病院船は「平成25年3月 災害時多目的船（病院船）に関する調査・検討報告書」<sup>1)</sup>によると、海からのアプローチについて、これまで陸上からのアプローチに比して検討が遅れがちであり、災害対応上の手段としての船舶の活用を見ると、防災計画などにおいて決して主要な位置を占めているとは言えない。しかしながら、船舶の輸送力、船舶の有する多目的に利用可能な空間、ライフライン機能の搭載や備蓄機能等の船舶の自己完結性に鑑みれば、様々な役割が期待される。地震や津波・洪水など広域自然災害が発生した際には、あらゆる手段を総動員する事が求められ、陸海空それぞれから被災地にアプローチし、負傷者の救命、災害応急対策や被災地の復旧などを早期に実現することが必要である。日本では大規模な自然災害に対応できる医療機能を専用とする病院船は存在しない。しかし、医療機能を有する船舶として、海上自衛隊の輸送艦、補給艦等

(12隻)及び、海上保安庁の巡視船(2隻)があり、災害対応を目的とする病院船ではなく、瀬戸内海巡回診療船「済生丸」が稼働している(図1,表1)。

以上を踏まえて、前述の災害が首都圏を中心に発生した際、陸路の搬送が困難になることに備え、救急医療の有効な圏域を距離に基づき可視化する。これにより、東京湾に囲まれた複数の行政単位にまたがる相互の補助・共同運用システムを提案すをもとに、広域災害の備えと連動した救急医療のドクターヘリ・ドクターカー・病院船と救急医療関連施設との地域間連携による施設適正配置を検討するための有効圏域の提示を目的とする。

## 2. 既往研究

ドクターカーシステムに関連して、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、救急と医療との施設関連のガイドラインを提示した(1994)<sup>[1]</sup>。

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(2010)<sup>[2]</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しているミュンヘンモデル\*<sup>3)</sup>を用いて、日本医科大学千葉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の可視化

表1 済生丸三世号の規格

船形	球状型船首、バウスラスター装備、2基2軸船
材質	銅製及びアルミ合金製(上甲板以上)
全長	33m
垂線間長	28m
型巾	7m
型深	3m
満載喫水	2m
総トン数	166トン
主機	ヤンマーディーゼル機関 500PS
発電機関	ヤンマーディーゼル 100PS 2基
発電機	80KVA×AC225V×60HZ×3φ
航海速力	12ノット
定員	船員5人、診療班12人、その他12人



図1 瀬戸内海巡回診療船「済生丸」  
[http://www.okayamasaiseikai.or.jp/saiseimaru\\_cal/about/index.html](http://www.okayamasaiseikai.or.jp/saiseimaru_cal/about/index.html)

を行った(2013) [3]。

病院船に関連して、東京湾沿岸部を対象地域とした病院船の配備や拠点における配置計画のガイドラインを提示した(2013) [4]。

また、2つのシミュレーション分析からなる病院船の有効圏域の可視化を行った(2014) [5]。

参考文献<sup>ii)</sup>においてわが国の病院船とその構想について病院船の規格や運営に関する検討を行っている。コンピューター外科<sup>iii)</sup>の領域でも病院船の導入や配置計画を検討し成果を得ている。

本稿は、東京湾を中心にとらえた地域単位での連携による有効圏域の把握するとともに、災害時だけでなく平時の活用としても地域との連動が重要であると考えられる。

以上より、病院船・ドクターヘリ・ドクターカーと救急医療関連施設との地域間連携による施設適正配置を検討するための有効圏域の提示を目的とする。

### 3. 研究対象地域

本稿では、東京湾及び海域に位置する東京都・千葉県・神奈川県を対象地域とする(図2)。

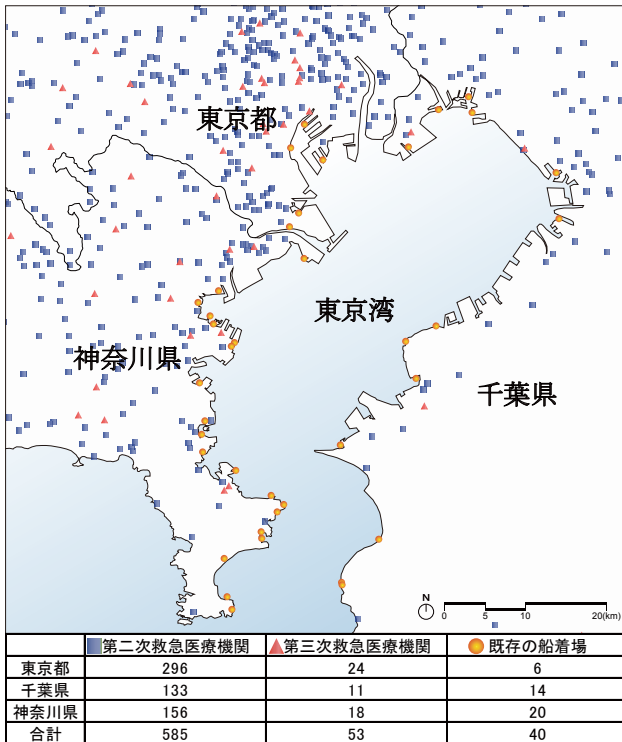


図2 病院船における研究対象地域

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<sup>4)</sup>より得られた飛行

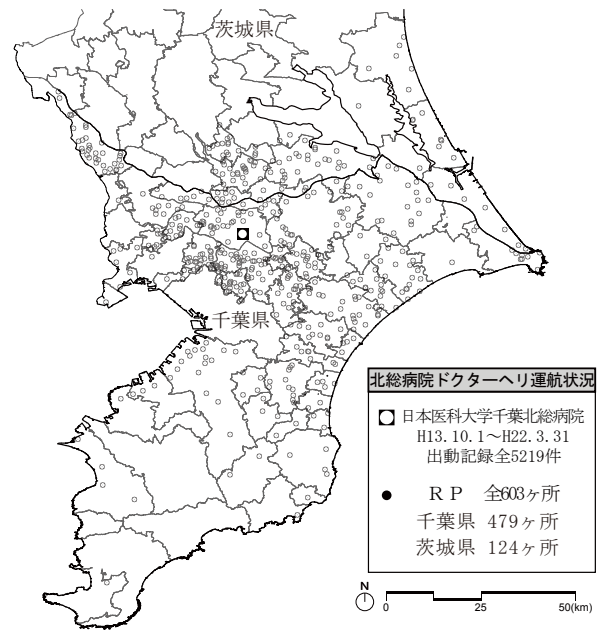


図3 ドクターヘリにおける研究対象地域

範囲を研究対象地域とする。また、2009年1月19日より千葉県の君津中央病院でも配備されている(図3)。

### 4. 出動形式

#### 4.1. ドクターヘリの出動形式

ランデブーポイント(以下:RP)<sup>5)</sup>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。

#### 4.2. 病院船の出動形式のシミュレーション条件

ドクターヘリと救急車両とのランデブー方式をもとに病院船と救急車両との出動形式を示す。消防本部指令センターから同時に要請し、病院船は現場到着とともに、初期治療を開始でき搬送中も治療を続ける。一方、救急車両はRPである病院船拠点場所に病院船到着前に到着し、円滑な患者の受け渡しが可能である(図4)。

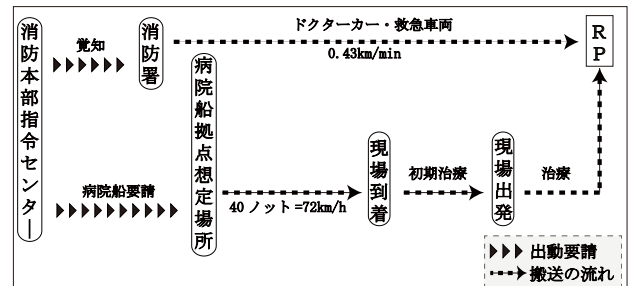


図4 病院船の出動形式

## 5. 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>®6)</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。

ドクターヘリがR P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。

救急医療業務における連動性を考慮した分析を行う必要がある。この分析は、異なる病院船拠点想定場所による2つのタイプのシミュレーションを行い、それぞれの有効な医療圏域を可視化する。

### (I) 既存の病院を中心に捉えた有効性

病院から病院搬送における救急車両の有効圏域を可視化する。その有効圏域内の病院から近い海岸線上を病院船拠点想定場所として、東京湾における病院船の有効圏域の可視化を行う（図5）。

### (II) 既存の船着き場を中心に捉えた有効性

現在、利用されている船着き場の施設（漁港・港湾・フェリー乗り場）を病院船拠点想定場所として、施設から病院搬送における救急車両の有効圏域を可視化する。その有効圏域内に病院がある施設から、東京湾における病院船の有効圏域の可視化を行う（図6）。

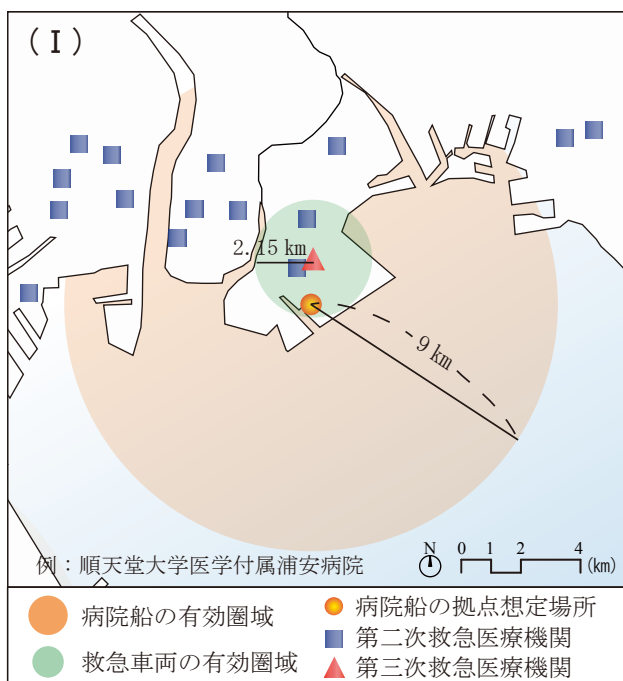


図5 (I) 既存の病院を中心に捉えた圏域の算出法

## 6. 分析条件

### 6. 1. 救急車両の有効圏域の算出法

千葉県千葉市における救急車両の平均速度は「0.43 km /min」である。

また、カーラーの救命曲線から、本稿における時間的指標として5(分)と設定する。

上記より算出した2.15 km圏内が海岸線における救急車両で病院に搬送する有効圏域として可視化を行う。

### 6. 2. 病院船の有効圏域の算出法

病院船の平均速度は、現在日本で使われている巡視船の40ノット(72 km/h)と設定する(表2)。

また、ドクターヘリ・ドクターカーとの連携を考え、病院船での初期治療開始時間として、ミュンヘンモデルを用いて、時間的指標を15(分)と設定する。

上記より、算出した9 km圏内を東京湾における病院船の有効圏域として可視化を行う。

表2 日本の巡視船の規格

巡視船	ほたか	さろま	おいらせ	かりば
全長	50m	46m	56m	46m
全幅	8m	7.5m	8.5m	7.5m
速度	40ノット以上	35ノット	35ノット以上	35ノット

## 7. 分析結果・考察

### 7. 1. 分析手法(I)(II)について

病院を中心とした圏域の算出法では、病院から救急車両の圏域の広がりに対して、既存の船着き場を中心とした圏域の算出法では病院船の拠点となる想定場所として、現在利用されている船着き場から救急車

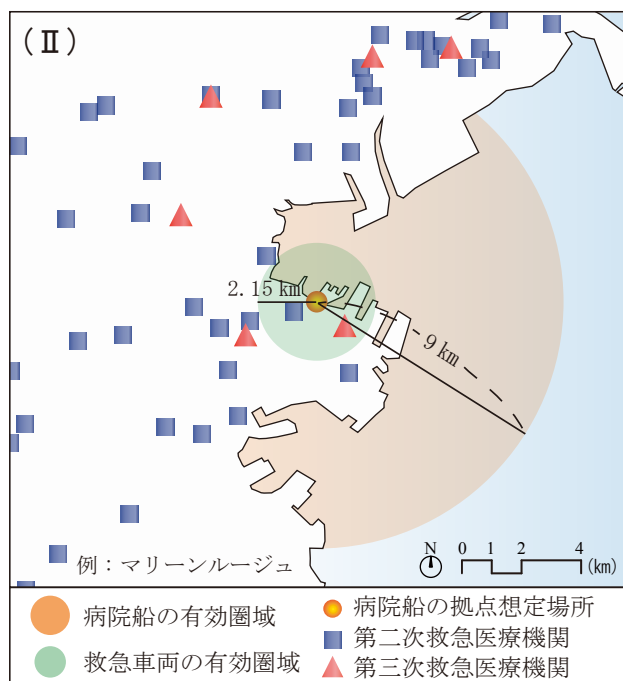


図6 (II) 既存の船着き場を中心に捉えた圏域の算出法



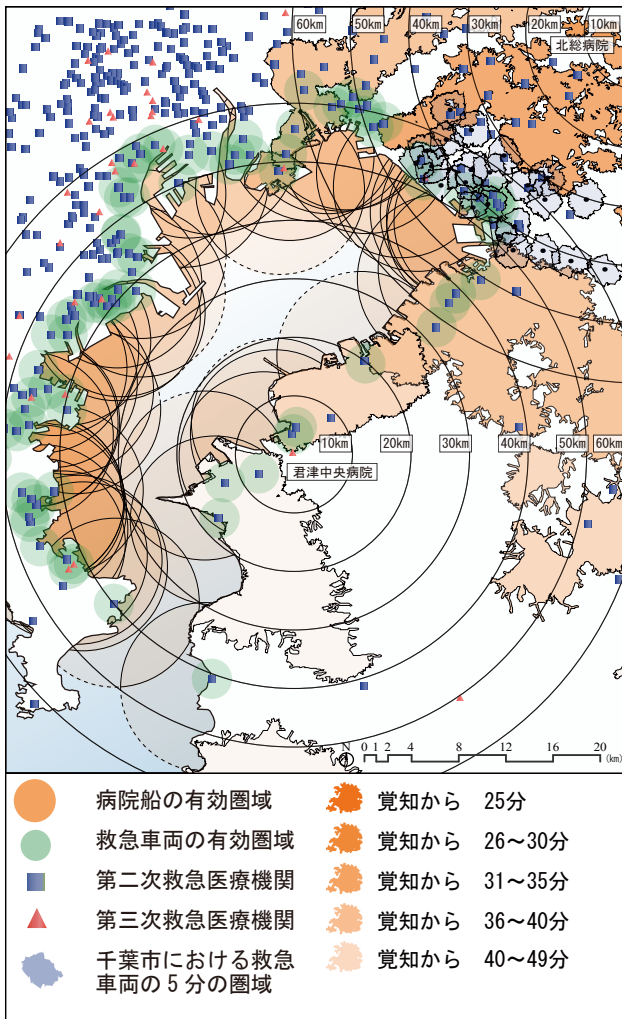


図7 (I) 既存の病院を中心に捉えた有効圏域

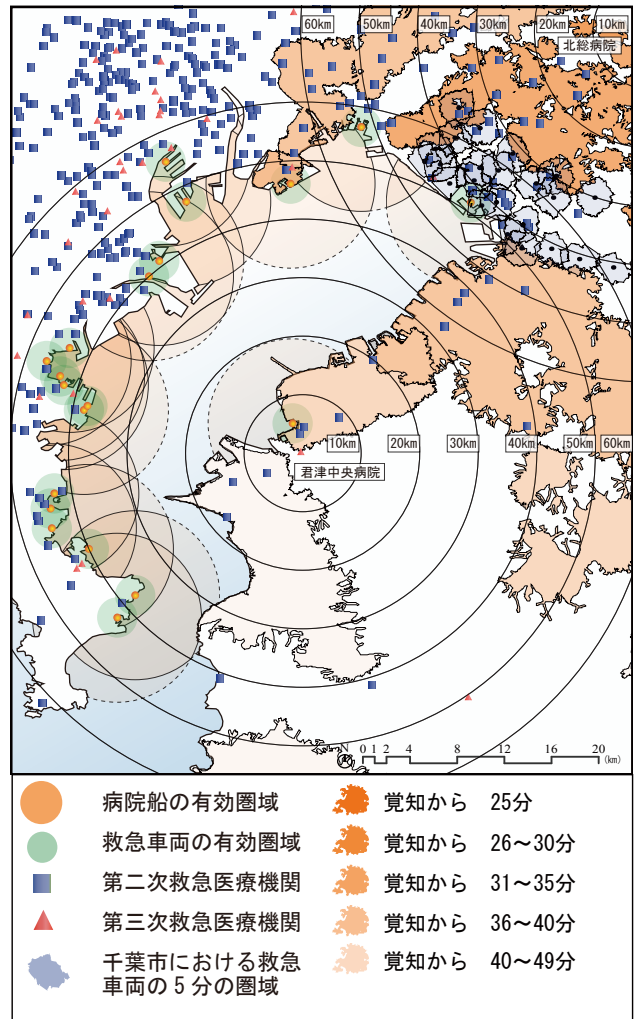


図8 (II) 既存の船着き場を中心に捉えた有効圏域

表3 各シミュレーションにおける施設数

	(I)既存の病院を中心とした施設数				(II)既存の船着場を中心とした施設数					
	■第二次救急医療機関		▲第三次救急医療機関		■第二次救急医療機関		▲第三次救急医療機関		●既存の船着場	
	総数	圏域内	総数	圏域内	総数	圏域内	総数	圏域内	総数	圏域内
東京都	296	14	24	2	296	6	24	2	6	4
千葉県	133	24	11	2	133	7	11	1	14	4
神奈川県	156	23	18	3	156	15	18	2	20	9
合計	585	61	53	7	585	28	53	5	40	17

両の圏域が広がりをもつ(図5, 6)。

### 7. 2. 東京湾全域の(I)(II)について

(I)では、東京湾全域に有効圏域が広がっており、千葉県と神奈川県では病院船の有効圏域が多重に重なっていることから、一つの病院船の拠点から複数の病院に搬送することが可能である。また、一つに病院船の拠点を集約せず、複数の拠点を計画した場合、災害時に一つの拠点が使用が不可能となるにしても、近隣の拠点から救急活動が可能である(図7)。

(II)では、東京都、神奈川県の有効圏域では、沿岸域に広がり確認できる。千葉県は病院船の拠点になりうる場所が少なく、千葉県南西部では圏域の

広がりが狭いことがわかる。しかし、対岸である神奈川県の病院船拠点からの圏域が広がっていることから、県を越えた救急活動がにより、有効圏域が広がる可能性をもつ。(I)同様に圏域が重なり合っているところでは、一つの病院船の拠点から複数の病院へ搬送することができ、近くにある拠点では、お互いに補助し合うことが可能であると考えられる(図8)。

### 7. 3. ドクターヘリ・救急車両について

北総病院のドクターヘリの出動記録からドクターヘリによる飛行圏内のガイドライン60kmにおいて、40km~50km圏内は覚知してから25分以内の到着が可能であり、君津中央病院からの飛行圏域は、千葉県

だけでなく東京湾沿岸部の病院に搬送できる可能性があると考えられる。また、千葉市・船橋市ではドクターカーシステムの導入により、ドクターヘリよりドクターカーや救急車両での搬送が有効であるといえる。

そのため、(II)での千葉みなと港・千葉港湾船橋港での病院船拠点との連携によりスムーズな搬送が可能であると考えられる。

## 8. まとめ

(I)では、新しく病院船の拠点と可能であると考えられる、施設配置の提案を行った。(II)での千葉県の有効圏域が狭い。このことから、新たに必要な配置場所の検討を行うことが可能となった。(II)では、既存の船着場を病院船の拠点に利用するため(I)に比べて圏域内の病院や拠点の数が少なく、より現実的な連携が可能であり、検討結果より病院船・ドクターヘリと救急車両による連携図の作成をすることができた(図9,表3)。

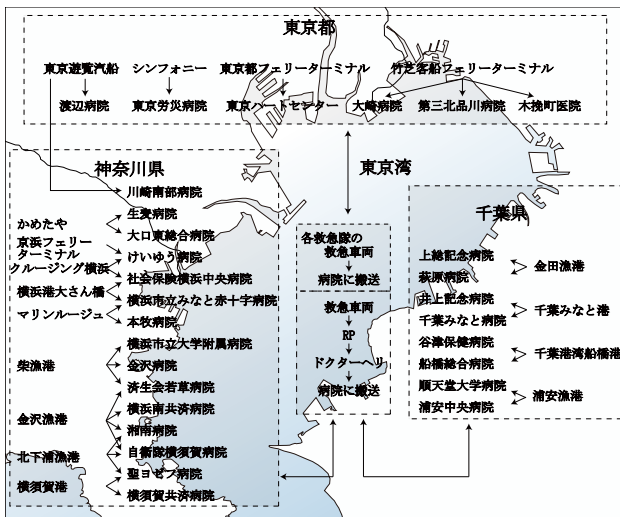


図9 救急医療関連の連携対応

このことにより、異なる病院の船拠点による、2つのタイプのシミュレーションにより、東京湾における病院船の有効圏域の可視化を行い、ドクターヘリと救急車両の実態圏域と重ね合わせることで病院船・ドクターヘリと救急車両との地域間連携による特性を分析し、比較・考察することができた。

以上により、広域災害の備えと連動したドクターヘリ・ドクターカー・病院船と救急医療関連施設の連携、また、東京都、千葉県、神奈川県との地域間連携による東京湾における病院船を拠点とした施設の適正配置を検討するための有効圏域の基礎資料を提示することができた。

## <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) 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雇うことを目的とし、医師を乗せた救急隊が出動するシステム。
- \*2) 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
- \*3) 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、R P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、R P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4369件を扱う。
- \*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。
- \*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。運輸調整委員会にて、公共の運動場、公園や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。
- \*6) 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。

## 【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] 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
- [3] 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
- [4] 乾克行・牧野内信・大内宏友：「救急医療システムにおける災害時のドクターカー・ヘリと病院船との統合化の可能性について」第46回日本大学生産工学部学術講演会
- [5] 小島俊希・牧野内信・島崎翔・大内宏友：「防災・救急医療システムにおける病院船の運用に関する医療圏域の可視化について—東京湾における病院船の有効性に関する検討—」第47回日本大学生産工学部学術講演会
- [6] 牧野内信：「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

## 【参考文献】

- i) 内閣府(防災担当)「災害時多目的船(病院船)に関する調査・検討報告書(平成25年3月)」
- ii) 三戸恵一郎・内田剛史・渡辺千之：「記念講演わが国の病院船とその構想」東亜大学紀要, 15, 1-12, 2012
- iii) 篠原一彦：「病院船の概要と課題」日本コンピュータ外科学会誌, 15(4), 323, 327, 2014
- iv) 瀬戸内海巡回診療船「済生丸」- 岡山済生会総合病院 [http://www.okayamasaiseikai.or.jp/saiseimaru\\_cal/](http://www.okayamasaiseikai.or.jp/saiseimaru_cal/)
- v) 東京都 <http://www.metro.tokyo.jp/>
- vi) 千葉県 <http://www.pref.chiba.lg.jp/>
- vii) 神奈川県 <http://www.pref.kanagawa.jp/>
- viii) 茨城県 <http://www.pref.ibaraki.jp/>
- ix) 君津中央病院 <http://www.hospital.kisarazu.chiba.jp/>

- \*1 日本大学大学院生産工学研究科 博士前期課程
- \*2 日本大学大学院生産工学研究科 教授・工博

# Visualization of the sphere of medical emergency facilities and services achievable by means of inter-regional cooperation

○Shunki Kojima\*<sup>1</sup> Sho Shimazaki\*<sup>1</sup>  
Hiroto Ohuchi\*<sup>2</sup>

**Keywords** : Emergency Medical Service, GPS, Air ambulance, Hospital ship, Optimum placement, Life Environment Model

## Abstract

Emergency medical operations have been established as an essential service in protecting people's lives. The collapse of the local system of medical emergency transportation is a social problem that remains unresolved to date. This paper aims to describe a life environment model by which lives may continue to be protected.

A joint operational system of mutually administrated auxiliary units in Tokyo Bay and surrounds is proposed. The aim would be the establishment of suitable services to manage widespread disasters by means of inter-regional cooperation involving emergency medical related facilities and air ambulance, ambulance with attendant doctor, and hospital ships.

In the study reported here, two simulation analyses were conducted based on assumed locations of a hospital ship base, and a valid medical sphere was visualized for each. In the first analysis, the existing hospital was taken as the center, and an effective sphere of emergency vehicle operation to and from the hospital was visualized. In this scenario, the coastline close to the hospital was assumed as the location of the hospital ship base, and the effective sphere of the hospital ship in Tokyo Bay was visualized. In the second analysis, the existing ferry was taken as a center, and the facilities currently used were assumed as the hospital ship base. Again, an effective sphere of emergency vehicle transportation from the facility to the hospital was visualized, and a visualization of the effective sphere of the hospital ship in Tokyo Bay was conducted.

The first analysis shows the entirety of Tokyo Bay as the effective sphere. In contrast, the second analysis shows a narrow spread of the effective sphere in the Chiba Prefecture. Moreover, transportation would be possible from one site to multiple hospitals, thereby providing assistance across prefectures. The dispatch records of medical helicopters suggest that the distance would cause a delay in transportation due to remoteness and the road network. In the southwestern part of the Chiba Prefecture, the spheres of the hospital ship and air ambulance are both narrow, suggesting that initial treatment might be delayed.

As mentioned above, based on the two potential hospital ship bases, two simulations were conducted and the corresponding effective spheres of the hospital ship in Tokyo Bay were visualized. By superimposing the actual sphere of the air ambulance and emergency vehicles, the characteristics required of the suggested regional cooperation among the emergency services could be analyzed for further discussion. On the basis of the analysis described above, suggestions for inter-regional cooperation among the Tokyo, Chiba, and Kanagawa prefectures for widespread disaster management involving medical emergency related facilities, air ambulance, ambulance with attendant doctor, and hospital ships, as well as plans for the optimal location of the facilities in Tokyo Bay, are presented.

---

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

\*2 Prof., Dr. Eng., Dept of Architecture College Industrial Technology, Nihon Univ.