

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 -

日大生産工(学部) ○小島 俊希 日大生産工(院) 牧野内 信
日大生産工(院) 島崎 翔 日大生産工 大内 宏友

1. はじめに

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。救急搬送の「たらい回し」や地域医療体制の崩壊等が社会問題として注目を浴びながらも抜本的な解決の方途はいまだ見出されていない状況にある。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ヘリ^{*1)}やドクターカー^{*2)}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。

ドクターヘリはドイツにおいて1970年代の導入後、20年間で交通事故による死亡者数を3分の1に減少し、現在、ドイツにて80近くの拠点をもち、欧米諸国を中心に世界の主要国1300カ所ほどにて運用されている。我が国のドクターヘリは平成21年法体制が整備され現在、都道府県35機程度が実際に運用されている。

また、ドクターカーは平成4年11月に千葉県船橋市において導入された。導入前の救急車のみの場合と比べ、重篤患者の内でも最も緊急性の高い救命率の心



図1 瀬戸内海巡回診療船「濟生丸」

http://www.okayamasaiseikai.or.jp/saiseimaru_cal/about/index.html

拍動再開率を約2倍に増加した。また、社会復帰率を約6.5倍という、高い救命・社会復帰率の向上を示した。導入当初、我が国では2・3の自治体の運用であったものが現在は200事例を超える自治体で運用・導入試行されている。

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」ⁱ⁾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、現在のところ防災計画等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、災害対応上、様々な役割が期待される。

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、負傷者の救命等の災害応急対策や被災地の復旧等を早期に実現することが必要である。

以上を踏まえて本稿では既往研究である、命を守る生命環境モデルの構築に向け、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ることにより、防災・減災の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連携による有効な医療圏域の提示するための基本資料の作成を目的とする。

2. 既往関連研究

救急医療の関連研究として、医療建築計画において中山らは、救急医療施設の運用方法と患者構成との関係を調査することにより、救急患者の属性と受入れる施設の運用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成果を得ている。ⁱⁱ⁾

*1) 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。
*2) ドクターカー
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。

Study on the visualization of medical sphere related to the operation of the hospital ship
in disaster prevention emergency medical system
- Case study of effectiveness of hospital ship in Tokyo Bay -

Shunki KOJIMA, Makoto MAKINOCHI, Sho SHIMAZAKI and Hiroto OHUCHI

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^{*3)}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に可視化を行った。^[1] (2013)

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。^[2] (2013)

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。^[3] (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。^[4] (2010)

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。^[5] (2013)

本稿においては以上の成果をもとに、病院船による有効な医療圏域の可視化を行い、異なるタイプのシュミレーション分析からなる施設適正配置のガイドラインの基礎資料を提示する。

3. 病院船の事例について

3.1 日本における病院船について

現在、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が、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)がある。

表1 済生丸三世号の規格

船形	球状型船首、パウスラスタ装備、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

表2 海外の病院船の規格

		米国	中国	スペイン	ロシア	イギリス	フランス
隻数		2隻	3隻	2隻	3隻	1隻	5隻
船舶諸元	全長	272m	180m	98m	153m	175m	199m
	全幅	32m	25m	18m	19m	30m	32m
	速度	17.5ノット	19ノット	18.4ノット	20ノット	不明	19ノット
	排水量	69,360トン	23,000トン	4,983トン	11,600トン	28,480トン	21,500トン
医療機能	ヘリ・小型船	ヘリ・小型作業船	ヘリ1機	高速救難船1隻	ヘリ1機	なし	なし
	病床	1,000床	300床	17床	100床	100床	47~69床
	手術室	12室	8室	あり	7室	4室	2室
	医療器材	ICE、透折、CTスキャン等	ICE、CTスキャン等	ICE、X線、遠隔医療設備等	不明	ICE、CTスキャン等	不明

*3) 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。

また、災害対応を目的とする病院船ではないが、瀬戸内海巡回診療船「済生丸」がある。(図1)(表1)

3.2 海外における病院船について

海外の病院船は、戦場における傷病者への医療行為を行うことを主目的とし、海軍が保有・運用している。米国・中国・スペイン・ロシアは医療専用船を保持しており、イギリス・フランスでは医療機関を有する軍艦を保持している。(表2)

米国では、世界最大の病院船のマーシー艦があり、平時管理体制と任務体制という2つの体制を敷いている。平時の活用方策としては、洋上訓練や派遣等の国際貢献のために活用している。

中国では、負傷者への初期救命救急治療を行うことを目的とし1990年に2隻を就役させた。そのため大掛かりな手術を行う能力は有していない。補うものとして大型病院船が建造された。平時の活用方針としては国際貢献であり、アジアやアフリカへの医療サービス提供をしている。

また、貨物船にコンテナ型医療モジュールを搭載し、船舶に医療機能を持たせる運用も行っている。

スペインでは、遠洋漁業の従事者に対する応急手当を目的とし、雇用・社会保険省が保有・運用している。

4. 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)(表3)(表4)

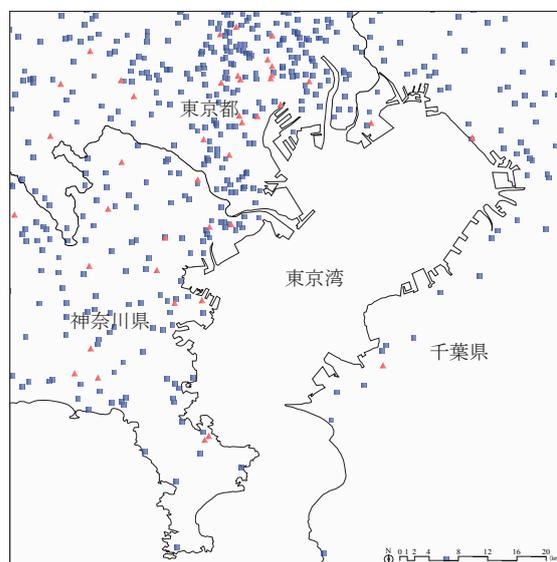


図2 研究対象地域

表3 東京湾の概要

湾口幅	20.9km	湾内最高水深	700m
面積	1,380km ²	湾口最高水深	700m

表4 各都県の医療機関数

	■ 第二次救急医療機関		▲ 第三次救急医療機関	
	総数	圏域内	総数	圏域内
東京都	296	14	24	2
千葉県	133	24	11	2
神奈川県	156	23	18	3
合計	585	61	53	7

5. 病院船の出動形式

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、救急車両はランデブーポイント*4)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3)

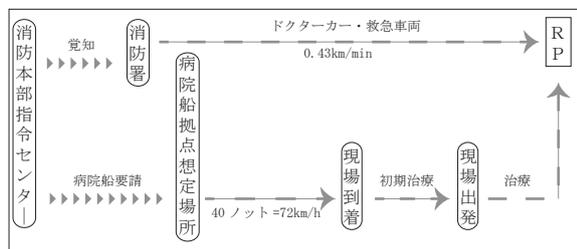


図3 病院船の出動形式

6. 分析手法の概要

救急医療業務における連動性を考慮して分析を行う必要がある。そこで、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分析を行い、



図4 病院船拠点の可能性を持つ圏域の算出法

それぞれの有効な医療圏域を可視化する。

6.1 病院船拠点の可能性によるシミュレーション

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4)

6.2 既存施設を病院船拠点としたシミュレーション

現在、利用されている漁港・港湾・乗船場等の施設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5)

7. 分析条件

7.1 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0-5(分)とする。

上記より算出した2.15 km圏域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。

7.2 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)とする。

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

上記より、算出した9 km圏域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。

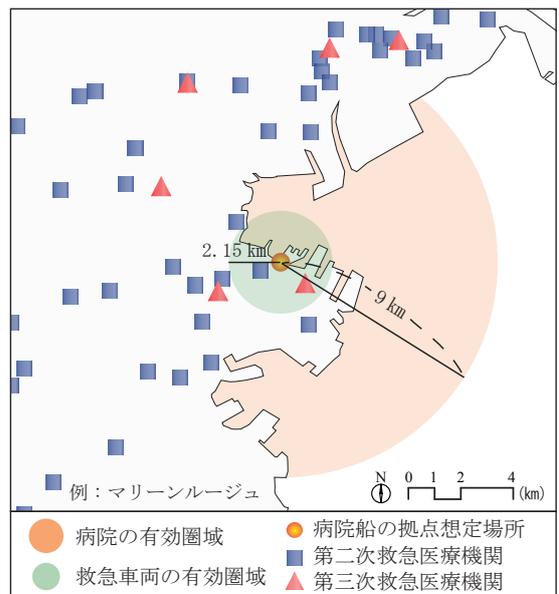


図5 既存施設を病院船拠点とした圏域の算出法

*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、ドクターヘリ法7条で関連機関の協力が求められている。

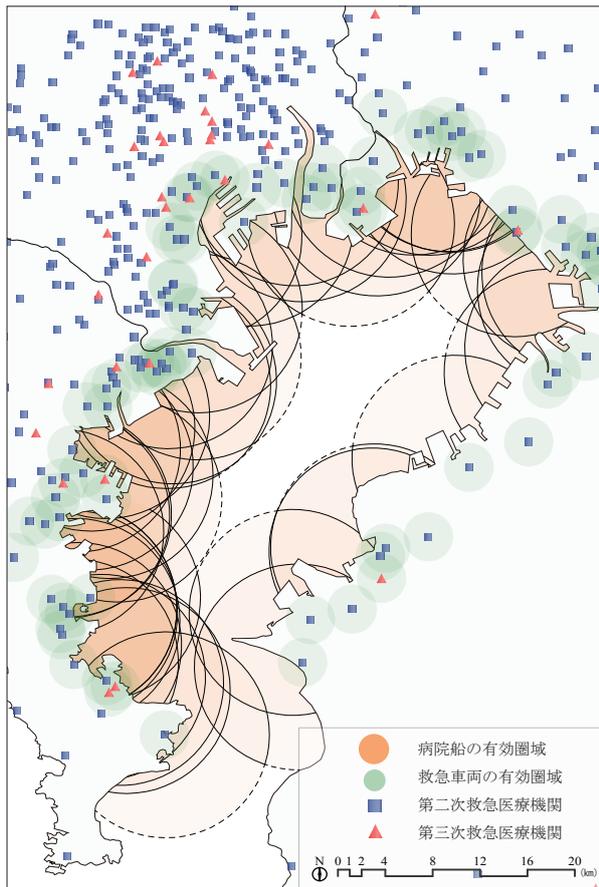


図6 病院船拠点の可能性を持つ有効圏域

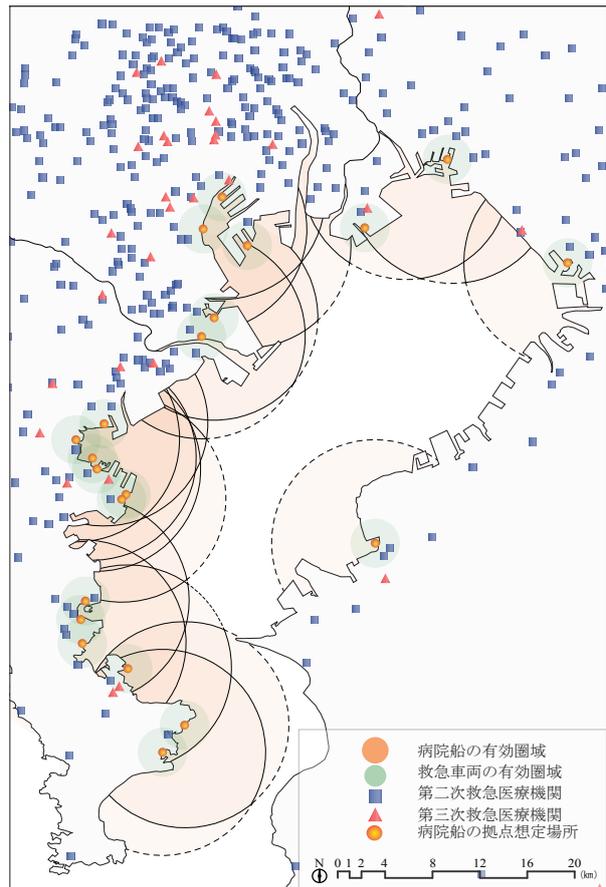


図7 既存施設を病院船拠点とした有効圏域

8. 東京湾における病院船の圏域の分析

8.1 病院船拠点の可能性による分析結果

沿岸部に満遍なく病院があるため、ほぼ東京湾全体に有効圏域を示している。病院船の圏域が重なり合うところでは、県境を含めお互いに補助できる関係性を示しているのと同時に、一つの病院船の拠点から複数の病院に搬送が可能であると考えられる。(図6)

8.2 既存施設を病院船拠点とした分析結果

東京都・神奈川県は東京湾に広い有効圏域を示し、千葉県では有効圏域の広がり狭い。しかし、千葉県南西部では対岸の神奈川県からの圏域が広がっており、県を跨いで補助できることが可能であると考えられる。また、一つの病院船の拠点から複数の病院に搬送が可能であると考えられる。(図7)

9. まとめ

異なる病院船拠点による、2つのタイプのシミュレーションを行い、東京湾における病院船の有効圏域の可視化を行うことにより、病院船の有効圏域の特性を分析し、比較・考察することができた。また、本稿での分析条件では東京湾中心部を補うことができないとわかった。

以上により、救急医療システムにおける東京湾沿

岸部を対象地域とした病院船の拠点想定場所の配置計画のガイドラインとなる基礎資料の提示することができた。

今後の方針として、本稿で得られた分析結果をもとに、救急医療システムにおいてドクターヘリ・カーの他に病院船が導入された場合を仮定し、ドクターヘリ・カーと病院船の連携、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・共同運用システムの有効な医療圏域を構築する。

【既発表論文】

- [1] 牧野内信・手島優・木村敏浩・大内宏友：「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—情報・システム・利用・技術シンポジウム、第36回
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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の指標の構築—」日本建築学会計画系論文集第73巻第631号, pp1929-1937, 2008
- [5] 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

【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) 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
- iii) 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/
- iv) 済生丸三世号の構造
http://www.okayamasaiseikai.or.jp/saiseimaru_cal/about/index.html
- 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/>