

救急医療システムにおけるドクターヘリ・カーと救急車両との連携による医療圏域の構築 - 船橋市における救急医療システムの運行による有効な圏域について -

日大生産工 (院) ○岡田 昂
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年より消防の任務として消防法上に位置づけられ、現在では我々国民の生命と身体を守る上で不可欠なサービスとして広く認知されている。また、昨今の社会不安や少子高齢社会の更なる進行に伴う疾病構造の変化等により、救急出動件数は増加の一途を辿っている。

救急出動要請の累増に加え、都市計画における消防及び医療機関などの施設配置の問題等による現場到着の遅れが問題となっている。

このような現状に対して、各自治体ではWebGIS・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効率化を図る救急医療情報システムや、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)}、医師と看護婦がヘリコプターに同乗し医療過疎地などの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 (図1) などの導入がなされている。

このドクターヘリは、2012年度に38都道府県に配備を拡大する予定であり、去る3月11日に発生した東日本大震災では16の道府県の16機が直ちに派遣された。医療行為を続けながら患者を運べるドクターヘリは、津波の被害を受け孤立した被災地において、多くの重症患者の命を救った。



図1 北総病院に配置されているドクターヘリ

以上を踏まえ本研究では、救急医療におけるシステムと都市・地域計画及び国土交通計画における圏域的な分析をすることで、命を守る生命環境モデルの構築を目的とし、本稿では地域におけるドクターヘリとドクターカーと救急車両の連携による有効圏域を可視化し、都市・地域計画及び国土交通計画の整備指針の構築及び、救急医療のドクターカーとWebGIS・GPSとの融合化及びドクターヘリと救急車両の連携による施設適正配置の判断基準の指標を提示することを目的としている。

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ことにより、救急患者の属性と受け容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要関係について友清ら^{2)*3)}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。

さらに筆者ら⁶⁾は千葉市において地域空間情報に基づいた解析方法により、時間帯別の救急隊の出動可能な人口数と高齢者数の観点より分析することで、千葉市における救急医療業務の適切な供給の範囲の指標と手法論を構築した。

さらに筆者ら⁷⁾は、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。

本稿においてはこれを研究成果とし、船橋市消防局及び日本医科大学付属千葉北総病院 (以下北総病院) の協力のもと、ドクターカー、ドクター

Study on the area of medical services of the air ambulance and doctor car by regional partnership of the emergency medical service and emergency vehicle
-An effective sphere by operating of the emergency medical service in Funabashi City-

Co OKADA, Yu TEJIMA and Hirotomo OHUCHI

ヘリの医療圏の構築と救急車両との連携による医療圏の可視化を行い、施設適正配置のガイドラインの基礎資料を提示する。

3. 研究概要

3.1. 研究対象地域

本稿は平成19年4月1日よりWebGIS・GPSを利用した救急医療システムを運用している千葉県船橋市（以下、船橋市）を対象地域としている。船橋市では「総合消防情報システム」と称して119番通報の受付・出動から救急・災害活動の終了までをコンピューター管理によるシステムを導入した。このシステムの目的としては、消防局指令センターと医療施設とのネットワークの強化による情報共有化の促進（WebGIS）、車両位置把握で効率的な配車などによる現場到着の迅速化と現場活動の支援強化（GPS）がある。ここで船橋市における救急医療業務体制として市内の全15救急隊、千葉県より救急告知の指定を受けている医療施設及びドクターヘリの場外離着陸場を図2及び表1に示す。

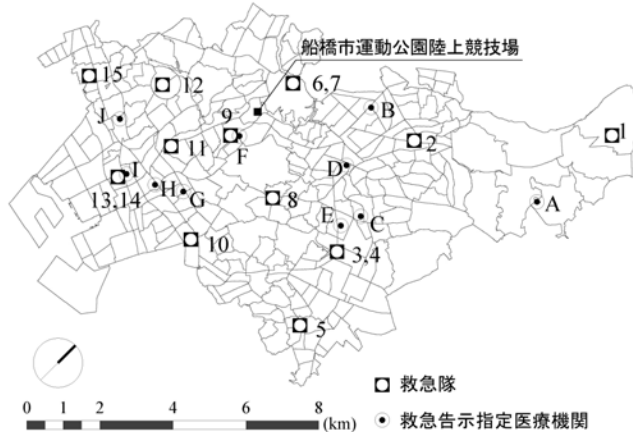


図2 救急告知指定医療機関と各救急隊

表1 船橋市における救急医療業務概要

救急告知指定医療機関	
A セコムメディック病院	B 二和病院
C 東船橋病院	D 滝不動病院
E 千葉徳洲会病院	F 市立船橋医療センター
H 船橋総合病院	G 青山病院
J 社会保険船橋中央病院	I 板倉病院

船橋市救急隊	
1 小室救急隊	9 特別救急隊
2 三咲救急隊	10 前原救急隊
3 東救急隊	11 夏見救急隊
4 東非常救急隊	12 行田救急隊
5 三山救急隊	13 中央第一救急隊
6 北救急隊	14 中央第二救急隊
7 北非常救急隊	15 本郷救急隊
8 芝山救急隊	

3.2. 救急出動に関する記録

本稿では、船橋市消防局及び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ている。

船橋市消防局の記録には出動隊名、搬送者数、出動場所、出動年月日、医師出動、覚知時分、出動時分、現場到着時分、接触時分、車内収容時分、現場出発時分、ドクターカーとの連携活動、ドクターヘリとの連携活動等が記載され、2009年1月1日から12月31日の出動に関する全27087件（同時出動を含む）を有効資料とし、北総病院の記録にはドクターヘリの記録として着陸場所、出動要請時間、北総病院離陸時間、場外離着陸場着陸時間、救急車両の記録として、発生地区、現地発車時間、場外離着陸場到着時間等が記載されており、2001年10月1日から2010年3月31日までの出動に関する資料全5219件を有効資料とし調査、分析を行う。

4. 地域空間情報にもとづいた救急医療の分析手法

4.1. 分析手法の概要

救急医療業務における救急車両及びドクターカーは道路網による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GISソフト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、本稿では国土地理院刊行の数値地図2500（空間データ基盤）、平成17年国勢調査結果を用いる。

4.2. 空間情報を用いたネットワークデータの構成と作成手順

GISソフト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 市内の消防署（全15救急隊）、救急告知指定医療施設、場外離着陸場を数値地図上にプロットする。
- ② i) 救急出動に関する記録では、各救急隊が出動の要請を受けた場所は町丁名で記録されている。そこで各消防署の所在地から要請現場（町の重心）までの最短経路(km)の長さを計測し、各救急隊における「平均出動距離(km)」として求める。
ii) 救急出動に関する記録より、各救急隊における「平均出動時間(min)」を求める。各現場までの速度(km/min)を算出する。本稿では、折り返し出動、途中反転及び転院搬送を出動と定義せず有効資料としない。そのため北非常救急隊は有効出動が確認されないため除外する。
iii) 各救急隊における「平均出動距離(km)」と「平均出動時間(min)」より「市内一律の速度(km/min)」として求める。
iv) 「市内一律の速度{0.23(km/min)}」を数値地図の道路情報に属性値^{*3)}として入力する。
- ③ 数値地図の道路情報における各々の線分の長さ(m)を計測し、「道路の長さ(km)」を数値地図の道路情報に属性値として入力する。

④「市内一律の速度(km/min)」と「道路の長さ(km)」より数値地図の道路情報の線分を通過するのにかかる「時間(min)」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条件としてルート上でのUターンはしないことを条件として解析を行う。

5. 救急医療業務における時間的指標の検討

5.1. 救急車両の時間的指標

カーラーの救命曲線(図3)によれば事故発生後、心臓停止状態から応急処置を受けるまでの時間が、3分経過すると死亡率は50%となり、5分後には80%~90%とさらに高確率となることがわかっている。しかし、総務省消防庁の「救急・救助に関する統計(表2)」によれば、現在の我が国における救急業務では通報を受けてから現場到着まで全国平均で約6.4分であり、そのうち5分以上10分未満の場合が過半数を占めているのが現状である。

一刻も早い現場到着が必要とされる救急医療業務において、時間的指標の定義・提示は救急医療システムにおける施設適正配置の重要なガイドラインとなると言える。そこで事故発生から応急処置開始(心肺蘇生法)までの時間と死亡率の関係における時間的見地と、総務省消防庁が「救急・救助に関する統計」において、昭和38年当初より現場到着所要時間の時間帯の区間を「3分未満、3分以上5分未満、…」という時間帯を指標として示している事などから、本稿における時間的指標として0-3(分)及び0-5(分)として定めることとした。

5.2. ドクターヘリ・ドクターカーの時間的指標

日本におけるドクターヘリはADAC^{*5)}の規定する「ミュンヘン・モデル」^{*6)}を模範としており、さらに救急車両がドクターヘリの到着前に場外離着陸場に到着することで円滑な患者受け渡しが可能となる。そこで本稿における高度な初期治療を提供するドクターヘリ及びドクターカーの時間的指標として0-15(分)として定めることとした。

救急医療業務において、0-3(分)以内で出動可能な圏域は、救命率が極めて高い圏域の広がりであるといえる。0-5(分)以内で出動可能な圏域は0-3(分)の出動指標の圏域と比較してその範囲が広いことから、多くの人々に救急医療業務によるサービスを受給可能な圏域の広がりであるといえる。さらに0-15(分)以内で出動可能な圏域は重篤患者等に対し高度の初期治療を受給可能な圏域の広がりである。

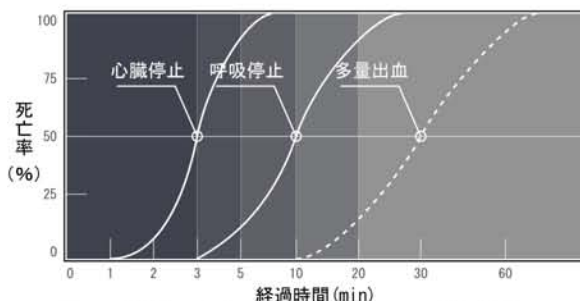


図3 時間と死亡率の関係（カーラーの救命曲線より）

表2 救急現場到着所要時間に対する件数の割合

(全国版 平成18年中)

現場到着 所要時間	3分未満	3分以上 5分未満	5分以上 10分未満	10分以上 20分未満	20分以上	計	平均(分)
件数(割合)	303,919 (6.0)	1,250,811 (24.9)	2,820,614 (56.1)	607,497 (12.1)	46,267 (0.9)	5,029,108 (100)	6.4

6. 有効圏域の考察

ドクターカーの有効圏域(0-15)は市内中央に拡がり、船橋市の市街地に及んでいる。しかしながら、船橋市のドクターカーは市内全域にわたって運用されていることから、15分以内に医療行為が開始されない地域も多くあることが分かる。

ドクターヘリの有効圏域(0-15)はドクターカーの有効圏域と重なってしまっている領域が多く、場外離着陸場の配置計画においては早急な計画が必要である。船橋市北部にはドクターカー及びドクターヘリの有効圏域が拡がっておらず、ドクターカーでは15分以内に到達することは非常に困難なため、ドクターヘリとの連携が望ましい。

救急車両の0-3分圏域及び0-5分圏域とドクターヘリ及びドクターカーの有効圏域と重なる部分は救命率の向上と重篤患者や特殊病患者等においては特に高度な初期治療の受給可能な地域となることが分かる。

7. まとめ

救急車両、ドクターカー及びドクターヘリの有効圏域を可視化することで、ドクターカーとドクターヘリ要請におけるガイドラインに利用可能な成果を得た。

さらに救急医療業務における時間的指標を構築し、圏域的指標として可視化、地域における救命率向上の施設配置計画の指標を構築した。そして各救急医療業務における時間的指標を設けることでより詳細な圏域を提示した。

これにより国土計画及び、都市・地域計画における整備すべき空間単位である圏域の設定と、それらを担う行政機関の、施設・道路配置の整備計画策定上の有用な基礎的資料を提示できた。

今後はこれを研究成果として東日本沿岸地域の復興計画を進めるにあたって、「生命を守る」ための施設適正配置におけるガイドラインを提示する予定である。

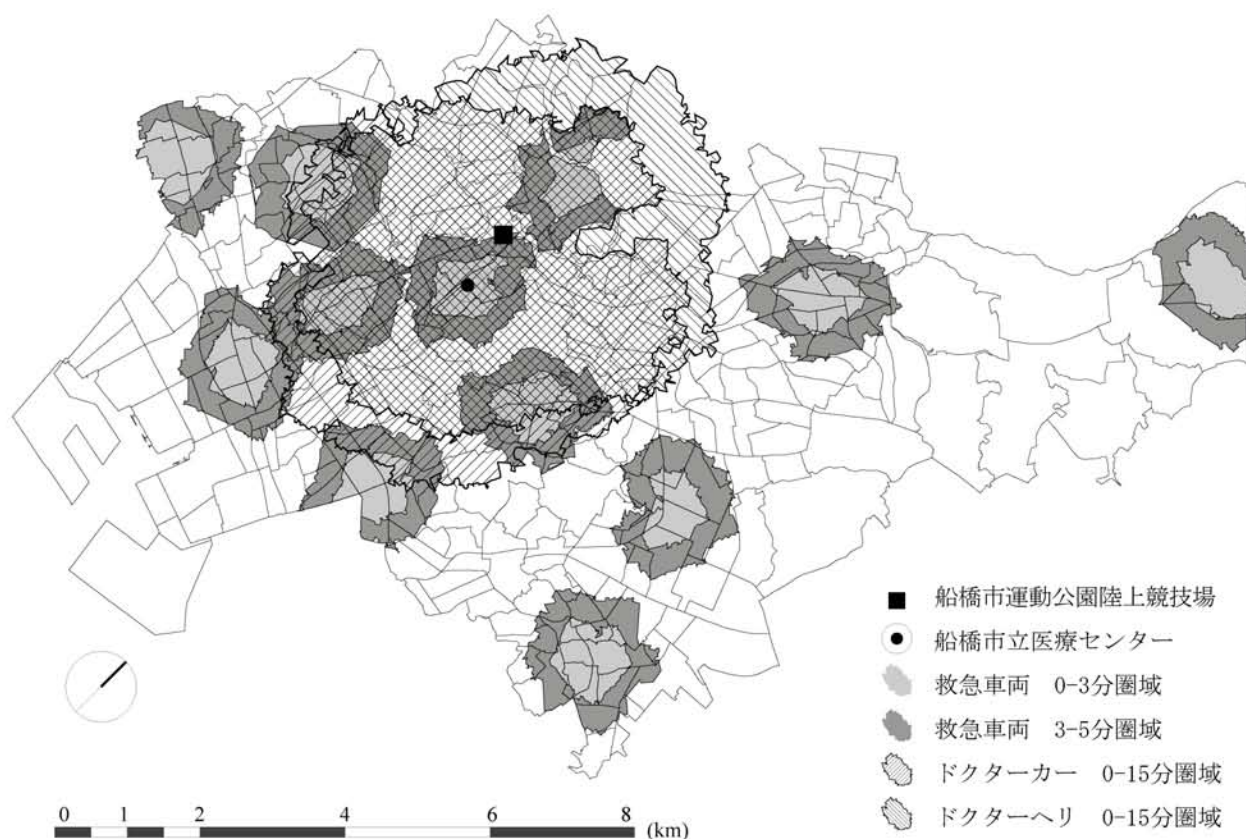


図4 各消防署からの0-3分、3-5分圏域とドクターヘリ・カーの0-15分圏域

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船橋市消防局長山崎喜一氏をはじめ、救命救急センターの方々、局員の方々、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。

※1:本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 深堀調査 A. 個別問題解決型研究「救急医療システムのドクターカーとWebGIS・GPSとの融合化による生命環境モデルの構築」の採択を得て行ったものである。

<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) 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。

*5) ADAC

Allgemeiner Deutscher Automobil-Clubの略称。本部をミュンヘンに置くドイツの自動車ドライバーをサポートする組織である。

*6) ミュンヘンモデル

ドイツのミュンヘンのハラヒン病院で開始された方式。救急装備をした専用ヘリコプターに医師と看護師が同乗し、半径約50km内の領域を担当し、現場で治療を行う。

<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) 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

5) 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 - 千葉県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

6) 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

7) 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

8) 「消防白書」、総務省消防庁、2009年

9) 「ドクターヘリ」飛ぶ救命救急室 西川渉 2009. 3

10) 日本医科大学千葉北総病院: [http://hokuso-](http://hokuso-h.nms.ac.jp/)

[h.nms.ac.jp/](http://hokuso-h.nms.ac.jp/)

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

12) 千葉県: www.pref.chiba.lg.jp

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

14) 政府統計の総合窓口: <http://www.e-stat.go.jp>

15) 「救急医療ジャーナル」、株式会社ブラネット、第14巻5号