

救急医療システムにおける船橋市のドクターカーの有効圏域に関する実証的研究

○日大生産工（院） 牧野内 信

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付けられ、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。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おり、総務省消防庁の「平成 21 年度消防白書」によると、搬送人員はこの 10 年間で 354 万 6739 人から平成 20 年までに 468 万 1447 人まで増加している。（図 2）

このような現状に対して、各自治体では WebGIS・GPS 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、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^{*1)}や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がなされている。

以上を踏まえ本稿では、国土交通計画及び、都市・地域計画における地域空間情報にもとづいた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に向け、千葉県船橋市の救急医療業務の実態を明らかにしドクターカーステーションの適正配置について分析・考察することでドクターカーステーション配備のガイドラインとなり得る基礎資料を提示することを目的とする。



図 1 船橋市に配備されているドクターカー

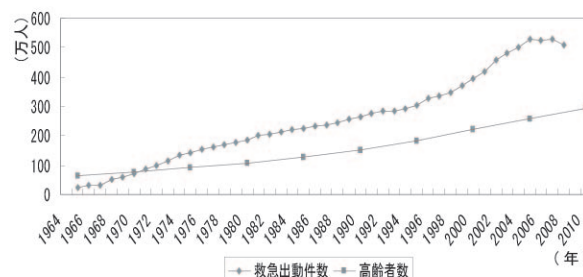


図 2 救急出動と高齢者の増加傾向

2. 既往関連研究

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。^[1]

また、千葉県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提示した。^[3]

さらに筆者らは、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千葉県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、千葉県におけるドクターヘリ出動に関する有効な基礎資料を提示し、船橋市においてもドクターヘリ・カーと地域との連携による医療圏域を構築した。^{[4][5]}

本稿においてはこれを研究成果とし、船橋市消防局の協力のもと、ドクターカー、救急車両と地域との連携による医療圏域の有効性の可視化を行い、施設適正配置のガイドラインとなる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）を研究対象地域と

Empirical study on the effective sphere by Doctor Car of the emergency medical system in Funabashi

Makoto Makinouchi and Hirotomo Ohuchi

する。船橋市では「総合消防情報システム」を導入した。このシステムの目的は、消防局指令センターと医療施設とのネットワーク強化による情報共有の促進（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）などがある。ここで船橋市における救急医療業務体制としてドクターカーが配備されている船橋市立医療センター、特別救急隊をはじめとする市内の全15救急隊、千葉県より救急告示の指定を受けている医療施設を（図3）及び（表1）に示す。



図3 救急告示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

救急告示指定医療機関	
A セコメディック病院	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 船橋市立医療センター
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。記録には出動隊名、搬送者数、出動場所、出動年月日、覚知時分、出動時分、現場到着時分、接触時分、現場出発時分、ドクターカー・ヘリとの連携活動等が記載され、平成21年1月1日～12月31日の出動に関する全27087件（同時出動を含む）を扱う。

4. 地域空間情報に基づいた医療圏域の分析手法

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ArcGIS*2)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い、地域情報より圏域内の救急医療を受給可能な人口数として算出する。

なお、本稿では船橋市人口統計資料及び国土地理院刊行の数値地図2500（空間データ基盤）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築と作成手順

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船橋市立医療センター特別救急隊を数値地図上にプロットする。

② 既往研究で算出した「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(km)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。

以上の手順より、本稿で扱う人口分布情報及び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。

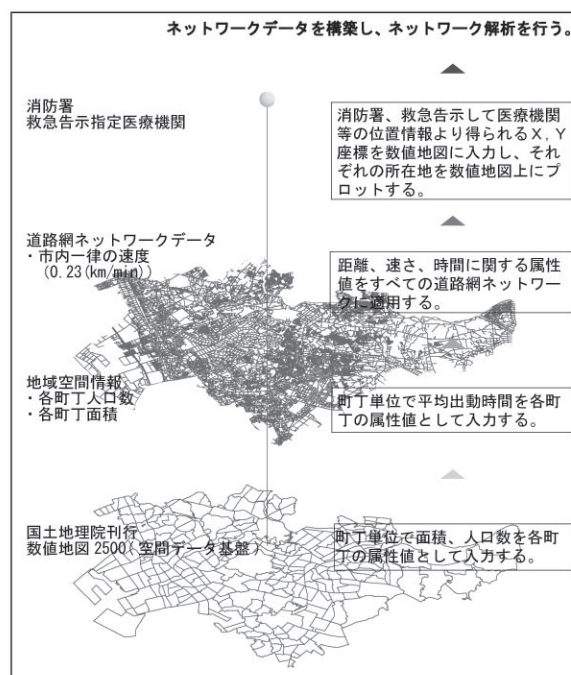


図4 ネットワークデータの構成と作成手順

5. ドクターカーの有効圏域の可視化

救急救命の先進事例であるドイツでは、救命効果を確保するために原則 15 分以内に救急治療を始めるよう救急法で定めており、「15 分ルール」と呼ばれている。この規則は医師と患者が接触するまでの時間を 15 分以内と設定するものである。一刻も早い現場到着及び初期治療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になるといえる。そこで本稿では、事故発生から初期治療開始までの時間として 0-15 分と定める。

船橋市ではドクターカー 1 台が市全体を管轄としているため、出動要請のガイドラインが整備されていないのが現状である。そこでドクターカー出動要請のガイドラインとして、ドクターカー及び救急車両が 15 分間移動可能な圏域「ドクターカーの有効圏域」をネットワーク解析より可視化する。

またドクターカーは出動要請を受け単独で救急現場へ出動するだけでなく、船橋市の出動記録によれば、ドクターカーと救急車両とがランデブー方式^{*4)}を用いて連携しており、より早期の初期治療開始を目指している。ドクターカーと救急車両とが連携する際、ドクターヘリのように場外離着陸場を必要としないため、ドクターカーと救急車両とが最短距離で連携することが可能である。そこで船橋市におけるドクターカーと救急車両とのランデブー方式を用いたドクターカーの有効圏域を可視化する。

これは救急医療現場における搬送病院の選定等による搬送の遅れや、ドクターカー、ドクターヘリ及び病院搬送のいずれが、より早期の初期治療が可能であるかの判断基準となり得るものである。

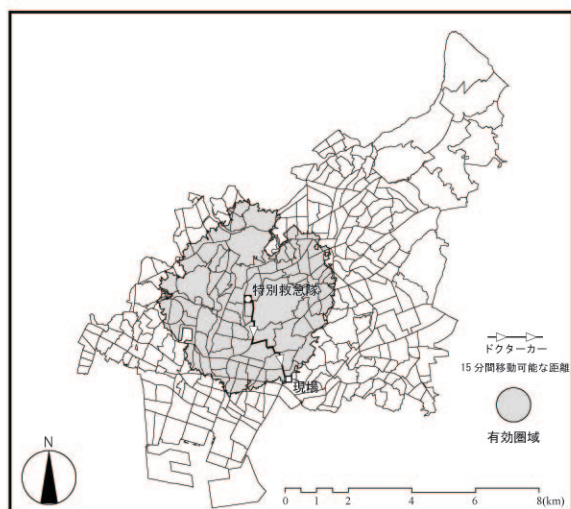


図5 ドクターカーの有効圏域

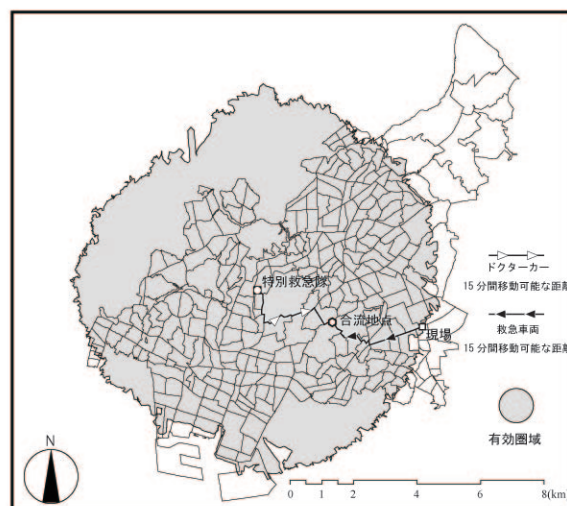


図6 ランデブー方式を用いたドクターカーの有効圏域

6. 有効圏域における受給可能面積と受給可能人口数の算出

時間的指標における圏域内の町丁の属性値の人口数、面積を合計することで、受給面積、受給率、受給可能人口数を算出する。

これにより現状の救急医療業務サービスの供給状態における数値的な指標として提示することができる。

表2 船橋市におけるドクターカー受給率

	受給面積 (km ²)	受給 面積率 (%)	受給可能 人口数 (人)	受給可能 人口率 (%)
ドクターカーの有効圏域	21.28	24.81	152,556	24.73
ランデブー方式を用いた ドクターカーの有効圏域	61.5	71.71	554,457	89.89

$$\text{受給面積率 (\%)} = \frac{\text{ArcGISにより求めた受給面積 (km}^2\text{)}}{\text{町丁における総面積 (km}^2\text{)}}$$

$$\text{受給可能人口数 (人)} = \text{受給面積率} \times \text{町丁の総人口数 (人)}$$

7. 考察

7.1. ドクターカーの有効圏域に関する考察 (図5)

ドクターカーの有効圏域は市内中央部に及んでおり、船橋市人口の 24.73% が受給可能である。しかしながら初期治療開始時間の時間的指標である 0-15 (分) 外の領域が特に市内東部、市内北東部に及んでいる。

7.2. ランデブー方式を用いたドクターカーの有効圏域に関する考察 (図6)

ランデブー方式を用いたドクターカーの有効圏域はドクターカーの有効圏域と比較して広範囲に及び、通常のドクターカーの圏域では圏域外の領域が広がっている市内内西部、南西部、東部まで圏域が広がっており、船橋市人口の 89.89% が受給可能である。しかし、ドクターカーの有効圏域と同様に市内北東部には 0-15

(分) 外の領域が広がっている。

前述したように船橋市はドクターカー1台で市内全域を管轄としているため、ドクターカーおよびドクターカーステーションの増設が必要であると考えられる。

7.3. ドクターカーの受給率に関する考察 (表2)

船橋市におけるドクターカーによる医療受給面積は21.28km²、ランデブー方式を用いた場合では61.5km²と約3倍まで広がっており、受給可能人口は、ドクターカーの有効圏域では152,556人、ランデブー方式を用いた場合は554,457人と、約3.5倍まで増加している。

ドクターカーがランデブー方式を用いて出動した場合、救急医療システムにおけるドクターカーの運用効果を3倍程度まで拡張することができると考えられる。

8. まとめ

千葉県船橋市を対象地域とした救急医療システムにおけるドクターカーの有効圏域に関して、本稿で得られた成果を以下にまとめる。

8.1. 時間的指標の構築と救急医療業務の有効圏域の可視化

救急医療システムにおける時間的指標として、医学的検知及び統計的検知により、ドクターカーの時間的指標を構築し、救急医療システムにおける道路配置計画・施設配置計画の新たなガイドラインの基礎資料として構築することができた。

さらに、数値地図の道路情報を用いたネットワークデータの構築・解析により、ドクターカーの出動分析として、船橋市における出動記録より、医療有効圏域として可視化し、より詳細な出動分析を行った。

8.2. 有効圏域の受給可能人口数と面積による数値的な指標の構築

船橋市の人口分布に関する地域情報より、ドクターカーによる救急医療サービスを受けることの出来る受給可能人口数・受給可能面積を具体的な数値として算出できた。

以上より、国土交通計画及び、都市・地域計画における地域空間情報にもとづいた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に向け、千葉県船橋市の救急医療業務の実態を明らかにしドクターカーの有効圏域について分析・考察することで、ドクターカーステーション及び関連施設適正配置のガイドラインとなり得る基礎資料を提示した。

<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船橋市消防局局長山崎喜一氏をはじめ、救命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) ドクターカーシステム

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。わが国では大別してランデブー方式、ドッキング方式、ペア出動があげられる。

*2) 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。

*3) 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。

*4) ランデブー方式

覚知の際に患者が重篤と判断された場合、まず直近の救急隊が現場へ向かい、同時にドクターカーが医師を乗せ現場へ向かい最短距離で救急車と落ち合い、患者の初期治療に当たる方法。

<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] 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」第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム, pp115-120 2011

[5] 岡田昂 手島優 大内宏友: 「救急医療システムにおけるドクターヘリ・カーと地域の連携における医療圏域の構築に関する実証的研究」2012

[6] 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」2012 環境情報科学学術研究論文集pp159-164

[7] 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

[8] 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>

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) 田島誠: 「救急医療システムにおけるGIS・GPSを用いたドクターカーステーションの適正配置と圏域的手法に関する研究」2008年、修士論文

3) 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」2011年、修士論文

4) 「消防白書」、総務省消防庁、2009年

5) 「救急医療ジャーナル」、株式会社プラネット、第14巻5号

6) 船橋市 <http://www.city.funabashi.chiba.jp/index.html>

7) 船橋市立医療センター

<http://www.mmc.funabashi.chiba.jp>