

救急医療システムにおける病院と救急隊との連携による救急搬送に関する研究 - 船橋市におけるペア出動方式を用いたドクターカーの医療圏域の可視化について その1 -

日大生産工 (学部) ○萩原 彰 日大生産工 (院) 牧野内 信
(株) 梓設計 木村 敏浩 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。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。総務省消防庁の「平成 25 年版消防白書」によると、年間の搬送人員は平成 12 年から平成 24 年の 13 年間で 399 万 9265 人から 525 万 2827 人まで増加して

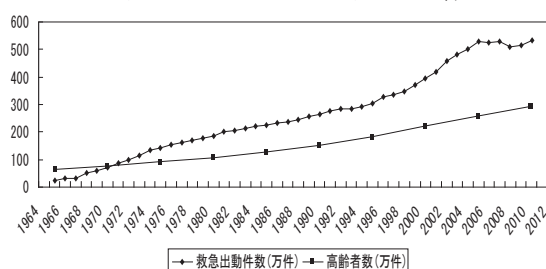


図1 救急出動と高齢者の増加傾向



図2 船橋市に配置されているドクターカー

いる (図2)。

このような現状に対して、各自治体では WebGIS^{*1)}・GPS^{*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、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)}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^{*4)}などの導入がなされている。

以上を踏まえ救急医療業務は、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携による、救急医療業務の整備指針及び都市・地域計画手法論の早急な提示が求められている。命を守る生命環境モデルの構築に向け、救急医療情報システムと地域空間情報との関連性によるネットワークデータ解析を用い、救急医療システムと都市・地域計画分野の施設配置計画におけるガイドラインの提示を目的とし、本稿ではドクターカーと救急隊との連携によるペア出動方式の有効な医療圏域を可視化するための分析手法について提示する。

2. ドクターカー出動方式について

ドクターカーシステムとは、事故発生から医療行為開始までの時間を縮め、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。わが国では大別して、ランデブー方式、ドッキング方式、ペア方式の3つがあげられる。

・ランデブー方式

先に出動した救急隊の現場からの無線による要請を受けて、ほかの救急隊が病院を経由して、

*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。

*4) 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。

医師を連れて現場に向かう方式。

- ・ドッキング方式

先に出勤した救急隊からの要請により、ドクターカーがその搬送途中へ出向いていく方式。

- ・ペア出勤方式

電話による通報での症状により、現場直近の消防署から救急隊の出勤と同時に、ドクターカーが出勤する方式。

ドクターカーは出勤要請を受け単独で救急現場へ出勤するだけでなく、ドクターカーの先進事例である船橋市では、ドクターカーと救急車両とがペア出勤方式^{*7)}を用いて連携しており、より早い初期治療開始を目指している。特徴として、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ことが挙げられる。

3. 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ⁱ⁾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。

また、医療機関の規模や設備による体系的な救急医療設備と患者の要求医療水準との需要関係との需要関係について友清ら^{ii) iii)}が、救急医療施設の利用患者の実態を明らかにし、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。これらに対して都市計画の見地より、地域特性と搬送時間について橋本ら^{iv)}は長崎地域において搬送時間マップを作成し、高齢者を多く抱える地域と重ね合わせることで搬送システムの要検討地域を明示した。

吉田ら^{v)}は、千葉県を事例に10kmメッシュと施設間のユークリッド距離を用いてRP及び基地病院の配置計画を検討している。

二村ら^{vi)}は救急活動・医療体制に関わる指標と財政的指数など社会的条件を定量化し、運用方式について考察を行っている。

斎藤ら^{vii)}は高速道路への着陸に注目し、ヘリ運用における複数ケースのシミュレーションを行い、現場到着時間、初期治療開始時間への影響を検討している。

ドクターヘリに関連して、我々は日本におけ

るドクターヘリ事業が模範している「ミュンヘンモデル」^{*5)}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よる有効圏域の可視化を行った。^[4] (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。^[5] (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。^[6] (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勤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^[1] (図3)。(1994)

また、千葉県千葉市における救急出勤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、行政単位を超えた領域を視野に入れ、国土計画と施設配置計画を分析・評価することにより、道路計画・施設配置計画の整備指針の指標を提示した^[2] (図4)。(2010)

さらに、船橋市の救急医療システムにおける地域施設の道路配置計画及び施設配置計画の整

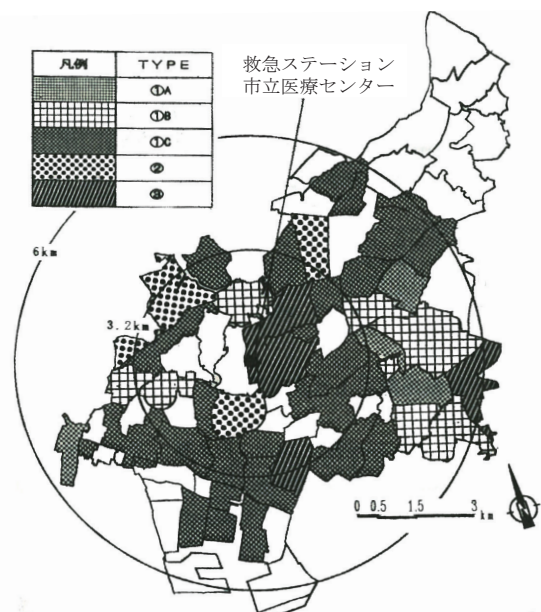


図3 医療行為開始までの所要時間別によるタイプ分類の町別位置図

*5) 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、出勤要請から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。

備指針の提示及び、圏域的計画手法の構築のため、時間的指標を用いて可視化したそれぞれの出動圏域の重ね合わせにより、船橋市における医療圏域を類型化し分析を行った^[3](図5)。(2012, 2013)

本稿においては以上の成果をもとに、ドクターカーと救急車両との連携によるペア出動方式の有効な医療圏域の可視化をするための分析手法について提示する。

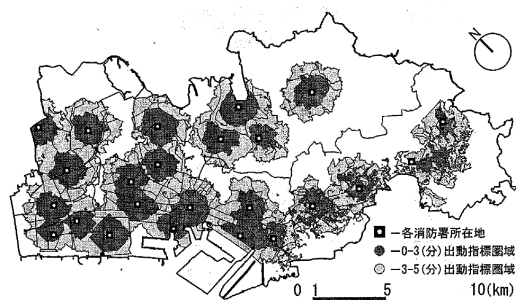
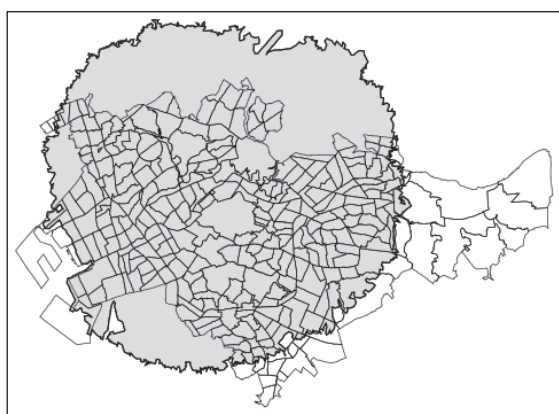


図4 消防署を起点にした圏域的指標



ドクターカーの有効圏域



ドクターカーの有効圏域 (ランデブー方式)

図5 船橋市における救急医療業務の有効圏域

*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。

*7) ドクターカーペア出動方式: ペア出動とは、市民からの通報に対し、患者の状態が重傷であると判断された場合に、現場直近 (以下、直近隊) とドクターカーが同時出動

4. 分析手法

4.1. 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。船橋市ではペア出動方式が行われており、この分析を本研究では ArcGIS^{*6)} 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。

4.2. 本研究における時間的指標

救急救命の先進事例であるドイツでは、救命効果を高めるために原則 15 分以内に医師と患者が接触し、救急治療を始めるよう救急法で定めている。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。

5. ArcGIS を用いた圏域算出方法について

- ① 既往研究 [2] より算出された船橋市における市内一律の搬送速度 [0.23km/min] を用いて、数値地図上にプロットされたドクターカーステーションから 15 分間で移動可能な圏域を可視化し、ドクターカーの医療圏域とする。
- ② 救急隊の位置を数値地図上にプロットし、ドクターカーステーションから救急隊への最短路を算出する。
- ③ ②における、ドクターカーの 15 分間移動可能圏域の極限值との交点を [P] と設定する。
- ④ P から救急隊までの距離を算出し、[X km] とする。
- ⑤ 救急隊からドクターカーステーションへの方向を正の方向と仮定し、救急隊が負の方向へ移動したのちに P へ到達する時間が 15 分かつ、P から最も遠い地点に位置する救急現場を [Q]、救急隊から Q までの距離を [Y km] と設定する。

以上の手順により、救急隊が出動してから、救急現場 Q を経由し P へ到達するまでの距離を $X+2Y$ より求めることができ、 $3.45\text{km} = X+2Y$ を満たす領域を有効な医療圏域として、分析を行い、先に現場到着した隊が初期の救命処置 (直近隊) 或いは高度な救命治療 (ドクターカー) を行うことである。救急車によって患者を医療施設に搬送し、その後初めて救急治療を行う従来の方式と違い、このシステムはドクターカー到着後即治療を行える。

