

救急医療におけるドクターカーシステムとWebGIS・GPSとの融合化による地域空間モデルの構築 その1

日大生産工(院) 菊地 秀和
 日大生産工(院) 工藤 恭正
 日大生産工 大内 宏友

1.はじめに

昭和38年に救急医療業務が消防の任務として消防法上に位置づけられてから、現在では国民の生命身体の安全を守る上で不可欠なサービスとして日常生活に深く浸透している。そうした中、市街地の発展とともに人口や交通機関の利便性が増し、交通事情の複雑化等が起因する各種交通事故も多く、救急医療業務の量的拡大に対し、救急体制の一層の整備を図ることが迫られている。さらに、高齢化社会の進展に伴い、疾病構造の変化等による心肺機能停止状態患者、重篤患者の搬送機会の増加は、救急医療業務の質的充実についても今後の課題としての対応が待たれている。

このような現状の中、救急現場、あるいは搬送途中においても医療行為を行えるドクターカーシステム^{*1}の運用やWebGIS・GPS^{*2}などの情報技術を利用した救急医療情報システムの運用が各自治体でもなされ始めている。救急医療は生命維持に直接関係する分野であることから、都市・地域計画としての施設配置計画において、早急に検討すべき分野であると考えられる。

千葉県船橋市(以下船橋市)を対象とした既往研究¹⁾²⁾では、ドクターカーペア出動システム(以下ドクターカーシステム 図1)における有効出動範囲を明らかにした。また千葉県千葉市(以下千葉市)を対象とした既往研究³⁾では、WebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムによる折返し出動(図2)に関する有効性を明確にした。そこで本研究では、これらの基礎データを基に、船橋市におけるドクターカーシステムの運用とWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムの複合利用についてシミュレートし、二つの救急医療システムの現状及び効果についての分析を行う。その上で、今後の船橋市の救急医療業務の動向をふまえ、ドクターカーシステムとWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムの融合化を考察し、「生命を救う」ネットワークとして各地域に即した、救急医療システム導入のガイドラインとなる地域空間モデルの構築を行う。

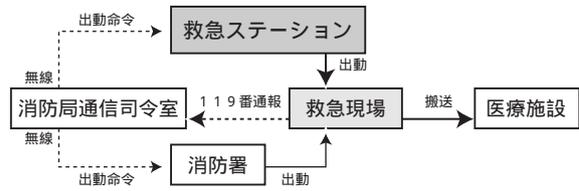


図1 ドクターカーペア出動の動き

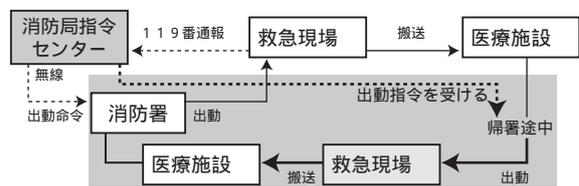


図2 WebGIS・GPSを用いた折返し出動の動き

2. 既往研究における本研究の位置づけ

これまでの研究成果として、岡田光正・柏原士郎等による(K市における医療施設の適正配置計画について等))一連の研究や、木島安史・両角光男等による(救急医療施設の整備計画に関する研究等))の研究が上げられる。しかし、これらは救急施設と医療施設をそれぞれ独自の施設ととらえた調査であった。

大内宏友・高倉朋文等による(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等)の研究では、救急施設と医療施設両者の複合的な関係性にふれた研究として多くの成果を得てきたといえる。このことから地域における救急施設と医療施設とを一体としてとらえた複合化の施設配置計画として明確に整理・位置づけてゆくことは今後の救急医療システムを確立していく上での重要な課題であるといえる。

2.1 船橋市におけるドクターカーシステム

船橋市は、救急救命士を含む特別救急隊と船橋市立医療センターの医師が常勤するという体制で、我国で初めて24時間出動体制によるドクターカーシステム(ドクターカーペア出動シ

システム)を取り入れた。これまでの既往研究¹⁾²⁾では、船橋市消防局の協力により得た平成5年9月の市内全11救急隊とドクターカーの出動記録1150件と、同5年10月、11月のドクターカーの出動に関連する記録193件を基礎データとして、ドクターカーの出動・搬送における時間・距離の分析によりドクターカーシステムの有効出動範囲(図3)^{*3}を明らかにし、救急施設と医療施設における適正配置の検討を行った。

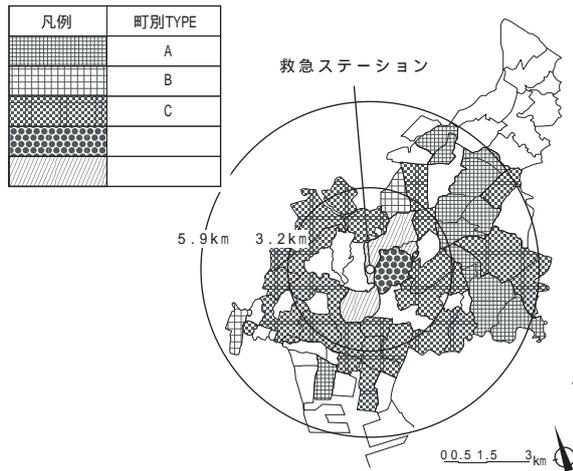


図3 所要時間別によるタイプ分類の町別位置図
2.2 千葉市におけるWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システム

千葉市は、全国に先駆けて平成11年4月から「総合指令情報システム」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。このシステムのねらいとしては、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促進(GIS)、車両位置把握で効率的な配車などを行う現場到着の迅速化と現場活動の支援強化(GPS)があり、帰署途中の車両で、現場にもっとも近い車両が現場に向かう”自動出動システム”^{*4}による折返し出動を行えることである。既往研究³⁾では、折返し出動における時間と距離に着目し、救急車両ごとの行動分析を含めた出動圏域を明らかにすることにより、WebGIS・GPSを用いた救急医療情報システム導入による新たな評価指標の検討を行った。

2.3 「生命を救う」ネットワークとしての地域空間モデル

これまでの既往研究より得られる今後の課題を整理すると、船橋市は、地域における災害時の道路交通網、広域にわたるバックアップ体制の強化、通信情報ネットワーク体制等の救急医療の施設相互におけるネットワークの構築が、千葉市では搬

送時間、折返し出動に関する更なる分析と救急活動と地域における福祉・保健・医療との連動したネットワークの構築が重要になると考えられる。以上をふまえ、本研究では、「生命を救う」ネットワークとしての地域空間モデルを構築することを目的とし、ドクターカーシステムとWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムとの融合化の分析・考察を行う。

3. 研究対象地域の概要

船橋市では、現在のドクターカーシステムを含めた救急医療業務体制(図4)に加え、平成19年4月からWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムの運用を開始する予定である。これをうけて、本研究では、船橋市におけるドクターカーシステムとWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムの融合化をシミュレートすることにより、今後の船橋市におけるWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システム適用後の状況を予測し、地域の救急施設と医療施設とのネットワーク化の検討を行う。

本研究では、船橋市を対象としドクターカーシステムとWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムの融合化に関する研究を進めるにあたり、既往研究で得られた、平成8年9月の市内全11救急隊とドクターカーの出動記録1150件と、同8年10月、11月のドクターカーの出動に関連する記録193件を分析データとして用いている。なお本研究では、時間及び距離の値を取得資料のデータから次のように定めている。(表-1)

【救急医療業務の実施体制】(平成5年)

本部 救急ステーション
本部所在地 市のほぼ中央
管轄区域 96町
面積 85.63km²
人口 539,740人
救急隊数 12隊
ドクターカー 救急ステーションに1台
救急救命士数 1人
活動範囲 市内全域



図4 船橋市における救急医療業務体制

表-1 本研究で定める時間と距離の値(例:船橋市北救急隊)

発生日時	受付時刻	出動時刻	現着時刻	現発時刻	到着時刻
0920	14:15	14:17	14:23	14:28	14:41
・時間に関する値 出動時刻から現着時刻までの時間を「出動時間」、 現発時刻から到着時刻までの時間を「搬送時間」とする。					
・距離に関する値 各消防署から事故発生現場までの距離を「出動距離」、 事故発生現場から病院までの距離を「搬送距離」とする。					

4. 研究方法

4-1 時間と距離の関係の一般化

入手したデータには、速度や経路に関する記録がないため、消防署、事故発生現場、医療施設、救急ステーションを地図上からピックアップし、それぞれの距離を直線距離⁵で計測した。各救急隊の出動圏域を示すために、全救急隊の出動による距離と時間の関係から市内一律の速度（以下、 $V[\text{km/s}]$ ）を求める。（式）

$$\text{市内一律の速度}[\text{km/s}] = \frac{\text{全救急隊の出動距離}[\text{km/s}]}{\text{全救急隊の出動時間}[\text{s}]} \quad (\text{式})$$

4-2 救急隊別にみる出動分析

ここでは救急隊別にデータを分析し、出動時間 $[s]$ と $V[\text{km/s}]$ から、各救急隊が平均的に出動している範囲を出動圏域 $[\text{km}]$ として求める。

$$\text{出動圏域}[\text{km}] = \frac{\text{市内一律の速度}[\text{km/s}]}{\text{各救急隊の平均出動時間}[\text{s}]} \quad (\text{式})$$

4-2-1 各救急隊の出動圏域

各救急隊の出動圏域を示すために、消防署の地点を中心として、式で得られた値 $[\text{km}]$ を半径とした円で表す。（図5）

4-3 町別にみる仮定出動時間

ここでは各町ごとにデータをまとめ、出動距離 $[\text{km}]$ と $V[\text{km/s}]$ から、各町に救急隊が到着するまでの時間を仮定出動時間 $T1[s]$ として求める。（式）

$$T1 = \frac{\text{各町までの出動距離}[\text{km}]}{\text{市内一律の速度}[\text{km/s}]} \quad (\text{式})$$

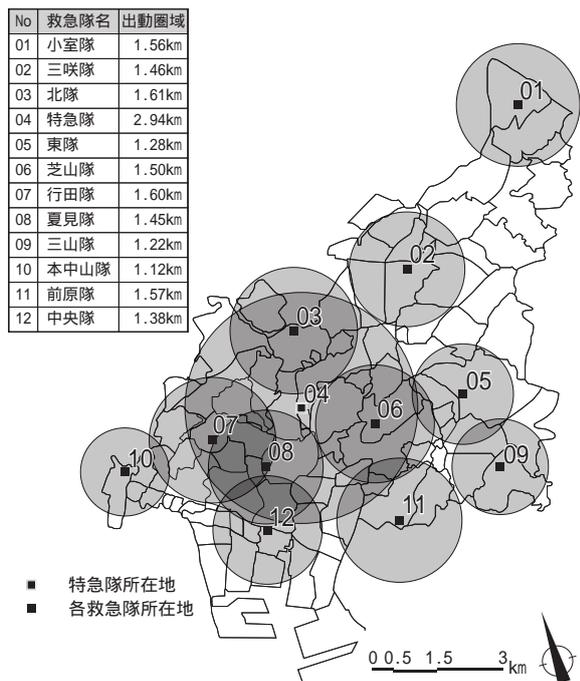


図5 全救急隊の出動圏域

1つの町に対して、複数の救急隊が出動している場合があるため、それぞれの救急隊ごとに出動距離 $[\text{km}]$ が異なる。そこで、市内一律の速度 $V[\text{km/s}]$ に基づいた出動時間 $[s]$ を出動距離 $[\text{km}]$ から算出することで、出動距離 $[\text{km}]$ に伴う市内全体としての平均出動時間が得られた。この $T1[s]$ と各町までの実際の出動時間 $T2[s]$ の関係に船橋市内の幹線道路図を重ねたものが図6である。

4-4 町別にみる出動分析

$T2[s] > T1[s]$ の場合()は市内全体の平均より出動時間が長く、 $T2[s] < T1[s]$ の場合()は市内全体の平均よりも出動時間が短いといえる。これに、人口密度分布図(図7)を照らし合わせると、救急隊直下の町では の場合が多く見られ、国道を主とする幹線道路周辺の町は の場合が多く見られる。人口集中地区周辺では が多く、人口過疎地区には が多い傾向

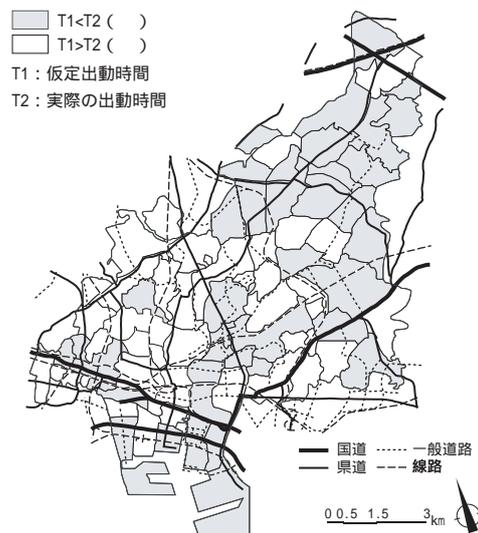


図6 T1とT2の関係及び船橋市内幹線道路図

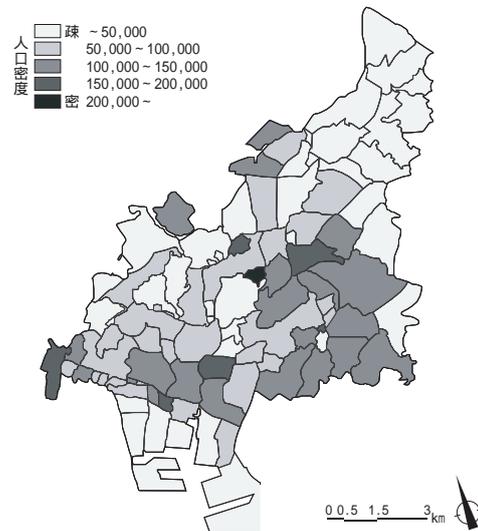


図7 人口密度分布図

が見られた。また、船橋市内の幹線道路と人口密度分布による と による大きな違いは見られなかった。これにより、人口過疎地区や救急隊直下の町では、全体から見た出勤時間は早くなっていることがわかる。しかし、交通機関が複数交差する市外地区であっても、救急隊直下の町周辺以外では全体の出勤時間より長くなっていることがわかる。

5. まとめ

本稿で得られた結果より、現在の船橋市における人口集中地区や大きな幹線道路周辺への出勤時間短縮の必要性が明らかになった。今後ドクターカーシステムとともに、現場到着の迅速化を目的とし、車両動態把握による早期部隊編成や車両位置把握による効率的な配車を行える WebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムを船橋市において複合利用することにより、出勤時間短縮の効果が期待できると考えられる。

<注釈>

*1) ドクターカーシステム

今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て、救命率を上げるために、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、ペア方式の3つがあげられる。



図 途中反転時のドクターカーの動き



図 ドクターカーシステムの時間と距離の大小関係によるタイプ

*2) GPS (汎地球測位システム)

GPSとは地理情報システムGlobal Positioning Systemの略である。最も新しい人口衛星による電波測位システムであり、自らの位置を知ることが目的であれば「単独測位」、2地点間の距離と方向を求める場合は「相対測位」と言われている。

*3) 移動距離別によるタイプ分類の町別位置図

既往研究¹⁾²⁾により、ドクターカーは、救急ステーションから現場までの直線距離が、3.2kmから途中反転(以下反転 図)が始まり、5.9kmの範囲で反転が終わった。また、移動距離別によるタイプ分類(図)の町別位置図(図-0)から3.2km以内の範囲では、ドクターカーの単独行動が明確に有効であり、3.2km~5.9kmの範囲ではタイプ Aとタイプ Cが多く存在するため、他の救急隊との同時出動を行っている場合において、ドクターカーの出動は有効な範囲であると明らかにした。

*4) 自動出動システム

GPSによって管理された病院搬送後の救急隊の現在地を把握し、救急現場に一番近い救急隊に出動要請をする。

a: ドクターカーの現場急行 b: 救急隊の現場急行 c: 疾病者搬送(何れかの隊)



・タイプ Aは救急隊のほうがドクターカーよりも早く到着し、また救急隊による医療施設収容時間の方が、ドクターカーの到着時間より早いタイプである。治療開始時間の面で直近隊による医療施設への搬送の方が有効となるタイプである。



・タイプ Bは、救急隊の方が早く到着するが、救急隊による医療施設収容時間とドクターカーの到着時間が同じタイプとなる。救急隊による治療開始時間と、ドクターカーによる治療開始時間とが同じタイプとなる。



・タイプ Cは、救急隊の方が早く到着するが、ドクターカーの到着時間の方が救急隊による医療施設収容時間よりも早いタイプである。ドクターカーによる治療開始時間のほうが早いタイプとなる。



・タイプ は、救急隊の到着時間とドクターカーの到着時間とが同じタイプである。ドクターカーによる治療開始時間のほうが、確実に早いタイプである。



・タイプ は、ドクターカーの到着時間の方が、救急隊の到着時間より早いタイプである。ドクターカーによる治療開始の方が、確実に早いタイプである。

*5) 直線距離

施設率、人口等13項目の相関分析の結果から、ドクターカーが救急ステーションを出動し現場到着するまでの時間と各現場町までの平均直線距離との相関係数は、0.600と非常に高い為に直線距離によるタイプ分け分類の分析が有効であるといえる。

<既往研究>

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.

2) 大内宏友：「地域における医療施設と救急施設の適正配置について 船橋市のドクターカーシステムにおけるケーススタディー」日本計画行政学会、計画行政第18巻第3号、pp61-72,1995.

3) 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、2003,pp499-502

<参考文献>

1) 横田隆司・岡田光正・柏原士郎・吉村英祐：多目的計画法による病院の配置計画について 医療施設の適正配置に関する研究・3 日本建築学会近畿支部研究報告集、1988

2) 菊池武・両角光男・友清貴和、木島安史：救急医療体制整備に関する基礎研究 その1 熊本赤十字病院救命救急センターにおける来院患者の特性分析 日本建築学会大会学術学術講演梗概集北海道、1986