

救急医療における地域空間情報のネットワーク解析を用いた最適モデルの構築 - 救急施設と医療施設との複合化による地域計画手法について その1 -

日大生産工(院) ○田島 誠 日大生産工(院) 菊地 秀和
日大生産工(院) 山田 悟史 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、現在では我々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、近年における高齢化社会の進展に伴う疾病構造の変化等に起因し、救急出動件数は毎年増加し、今後も増加していくことが予測されている。また、救急出動件数の増加の影響を受け、度重なる救急出動要請による現場到着の遅れが顕著に表れている。これは、今後更なる高齢化社会を迎える我が国において、救急医療業務が抱える大きな課題である。このような現状により、救急現場あるいは搬送途中に医療行為を行えるドクターカーシステムの導入やWebGIS・GPSなどの情報技術を利用した救急医療情報システムの導入が各自治体でもなされ始めている。これらのシステムにおける車輛動態・位置把握、災害情報・活動支援など救急医療におけるシステムと都市・地域計画の分野における施設配置計画との連動による整備指針の提示が要請されている。

これまで筆者らは既往研究において、ドクターカーシステム^{*1}の先進的事例として千葉県船橋市¹⁾²⁾におけるドクターカーペア出動システム^{*2}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適正配置のガイドライン提示した。さらに船橋市におけるドクターカーペア出動システムによる有効出動範囲の領域のガイドラインを提示した。

また、千葉県千葉市³⁾⁴⁾において救急出動に関するデータを基に、千葉市における救急医療業務の現状を分析し、WebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムによる有効性を明らかにした。

しかし、直線距離や円を用いた圏域による分析という簡略化された分析手法であり、地域の救急医療業務における指標の提示に留まっていた。高齢化社会は我が国の抱える大きな問題であり、今後も全国的に救急出動件数は増加していくことが予測されることから、全国規模で展開可能な最適施設配置に向けた指標の提示が強く期待されている。

以上のことから、千葉県千葉市においてWebGIS・GPSを用いた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、救急医療におけるシステムと都市・地域計画の分野における施設配置計画との連動による最適モデルの構築に向けた圏域的指標を提示し、地域計画手法として構築することを目的としている。

2. 救急医療業務と地域空間情報との関連性の分析

2-1. 研究対象地域の概要

本研究は、千葉県千葉市（以下、千葉市）を対象地域とする。千葉市では、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

Study on Emergency Medical, Construction of The Optimal Model,
Using Analysis of Network as Regional Information
- Study on Method of Regional plan, Compound Medical Facilities and Emergency Facilities -

Makoto TAJIMA, Hidekazu KIKUCHI, Satoshi YAMADA, and Hiroto OHUCHI

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^{*3}）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（図-1）。

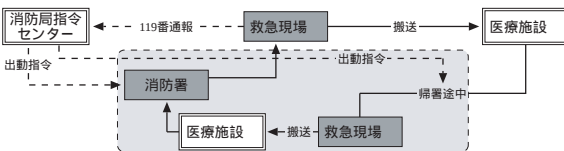
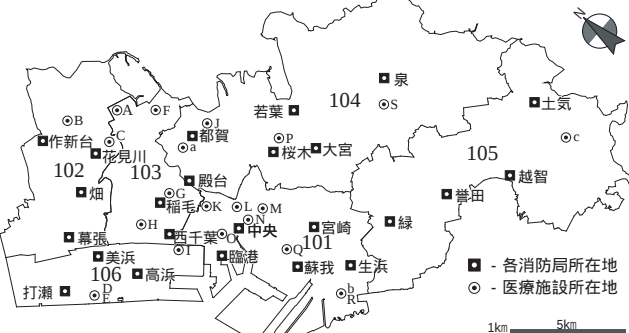


図-1 救急医療情報システムによる折返し出動

千葉市における救急医療業務体制として市内の全24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を以下に示す(図-2)。

〔救急業務の実施体制〕
(H.13.1.1 現在) 管轄区域 442町丁 面積 272.08km² 人口 888,783人
救急隊数 24隊 救急隊員数 288名 救急車両 30台 (非常用救急自動車6台)



区No.	101	102	103	104	105	106
名称	中央区	花見川区	稲毛区	若葉区	緑区	美浜区
〔千葉市指定救急医療施設〕						
病院(19ヶ所)				診療所(3ヶ所)		
A. 千葉脳神経外科病院	K. 国立病院機構千葉医療センター			a. 福住医院千葉		
B. 最成病院	L. 高藤労災病院			b. 浜野病院		
C. 幸有会記念病院	M. 千葉市立青葉病院			c. あすみが丘外科整形外科		
D. 千葉県救急医療センター	N. 千葉大学医学部附属病院					
E. 千葉市立海浜病院	O. 井上記念病院					
F. 山王病院	P. 千葉中央メディカルセンター					
G. 千葉中央病院	Q. 川崎製鉄千葉病院					
H. 稲毛病院	R. 石郷岡病院					
I. 汐見丘病院	S. 泉中央病院					
J. みつわ台総合病院						

図-2 千葉市における救急医療業務概要

〔本研究で扱う救急出動に関する記録〕

本研究では、千葉市消防局の協力により得られた千葉市における救急出動に関する記録を用いている。

記録には月日、出動隊名、覚知時分、現場到着時分、現場出発時分、医療機関到着時分、帰署時分、現場発生区・町名、搬送先医療機関区

・町名が記載され、平成11年4月、平成12年4月出動に関する全5649件を有効資料として扱っている（表-1）。

表-1 時間及び距離に関する値（例：中央隊）

覚知時刻	現着時刻	現発時刻	病着時刻	帰署時刻
4/22 13:49	4/22 13:53	4/22 14:06	4/22 14:10	4/22 15:12
4/22 15:12	4/22 15:15	4/22 15:34	4/22 15:36	4/22 16:16
・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」、現発時刻から病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。		

2 - 2 . 千葉市における既往研究

千葉市における既往研究³⁾⁴⁾では、救急出動に関する記録の時間に関するデータと距離に着目した分析より、市内の全24救急隊における出動圏域を提示した（図-3）。

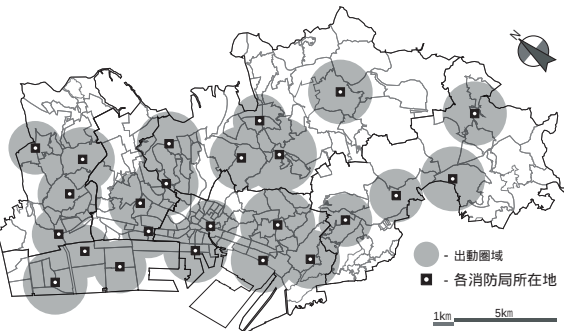


図-3 既往研究で得られた救急隊における出動圏域

また、折返し出動時の時間と距離に着目し、救急施設と医療施設の両側面からの分析により出動圏域を示すことにより、千葉市におけるWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システム導入による効果と有効性を明らかにした。

2 - 3 . 地域空間情報に基づいた救急医療の分析

救急医療業務は道路網による影響や制約を大きく受けていることから、千葉市における道路網を地域空間情報としてとらえ、道路網のネットワーク解析により、千葉市におけるWebGIS・GPSを用いた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分析を行う。なお、本研究では国土地理院刊行の数値地図2500（空間データ基盤）を用いることとする。

1) ネットワークデータの構築・解析

千葉市の救急医療業務における地域空間情報によるネットワークデータの構築・解析を、道路情報を用いて行う。ネットワークデータの構築と解析に関する構成と手順を以下に示す。

2) ネットワークデータの構築・解析の構成と手順

道路における各々の線分に対する長さを計測し、長さの値(m)を属性値^{*5}として道路情報に入力・追加する(図-4)。

既往研究で得られた、千葉市の救急出動における市内一律の速度 $\{=0.48(\text{km}/\text{min})\}$ ^{*6}を、道路における各々の線分に対する速度とし、属性値として道路情報に入力・追加する(図-4)。

属性値として道路情報に入力・追加された線分の長さとその線分に対する速度より、線分を通過するのにかかる時間を算出し、属性値として道路情報に入力・追加する(図-4)。

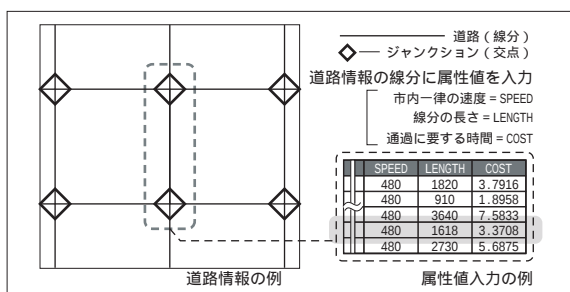


図-4 道路情報詳細と属性値の入力

千葉市内における救急隊所在地の位置に関する情報(住所)より、数値地図上におけるX、Y座標を算出し、数値地図上にプロットする(図-5)。

以上の手順により、千葉市における長さ、速度、時間の属性値が入力・追加された道路情報と数値地図上にプロットされた救急隊のデータによりネットワークデータを構築する(図-5)。

ネットワークデータ構築後、ネットワークデータ解析により、出動圏域を可視化する(図-6)。

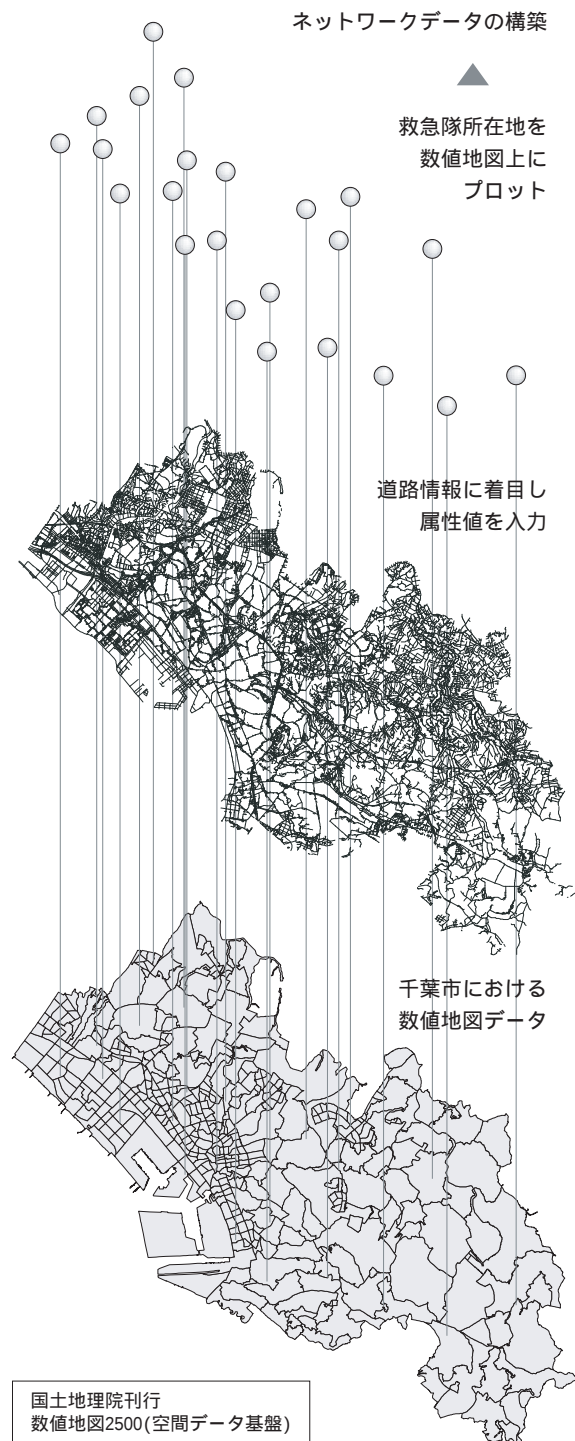


図-5 ネットワークデータ解析における構成・手順

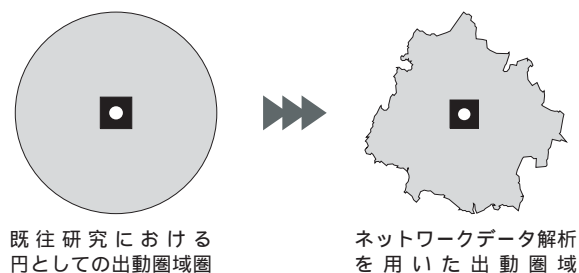


図-6 ネットワーク解析による出動圏域の可視化

3. 救急隊における出動圏域の可視化

救急出動に関する記録より得られた各救急隊における平均出動時間を、道路情報を用い構築したネットワークデータ上にプロットされた救急隊のデータを入力する。出動時間を入力後、ネットワークデータ解析を行う。ネットワークデータ解析により得られた結果を、地域空間情報との関連性による出動圏域図として可視化する(図-5)。なお、ネットワークデータ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。

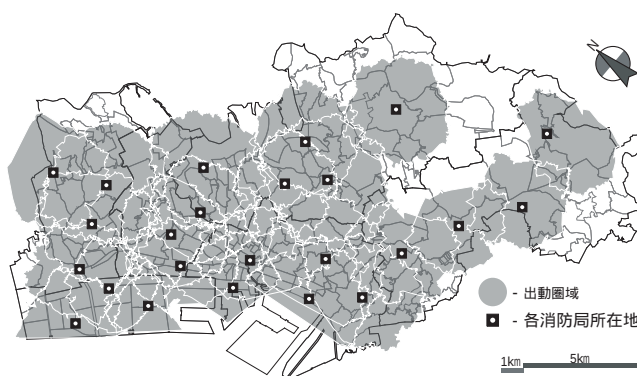


図-5 千葉市における各救急隊の出動圏域

〔ネットワークデータ解析により可視化した出動圏域の分析〕

これまで、円として示されていた千葉市の各救急隊における出動圏域を、ネットワークデータ解析より得られる地域空間情報との関連性による出動圏域を図として可視化することより、これまででは曖昧であった各圏域の際の部分や重なる部分を、より詳細に分析することが可能になったといえる。

4. まとめ

本稿で得られた成果を以下に整理する。

- 1) 既往研究における円や直線を用いた簡略化されていた分析手法を問題点としてとらえ、新たな分析手法の構築ができた。
- 2) 救急医療における新たな分析手法として、数値地図の道路情報に着目し、救急医療におけるネットワークデータを構築することができた。

3) 構築した救急医療におけるネットワークデータの解析により、これまでは円で描かれていた出動圏域を地域空間情報と関連した出動圏域として可視化できた。

<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、ベア方式の3つがあげられる。

*2) ベア出動方式

ドクターカーシステムは、事故発生現場(以下、現場)や搬送途中においての医療行為を行い、事故発生から医療行為開始までの時間を縮め、救命率を上げることを目標としている。ベア出動とは、市民からの通報に対し、患者の状態が重症であると判断された場合に、現場直近の救急隊(以下、直近隊)とドクターカーが同時出動を行い、先に現場到着(以下、現着)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現着後即治療を行える。

*3) GPS(汎地球測位システム)

GPSとは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、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。

*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。

*5) 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。

*6) 市内一律の速度

千葉市の救急医療における既往研究において、筆者らは救急出動に関するデータを基に、千葉市の救急出動における時間・距離を一般化することにより、千葉市内の救急出動における市内一律の速度として求めている。

<引用文献>

- 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、計画行政代第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
- 4) 山本晃大・大内宏友 「GIS・GPSを用いた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 ―千葉市における医療施設と救急施設との複合化の適正配置について―」,第25回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp43-48,2002.

<参考文献>

- 「救急・救助・航空統計」 千葉市消防局 2005.6
- 「千葉市消防年報」 千葉市消防局 2005.6
- 「消防白書」 消防庁 2004.12
- 「救急・救助の現況」 消防庁 2006.12