

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  
ー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2ー

日大生産工(院)      ○菊地 秀和      日大生産工(院)      田島 誠  
日大生産工(院)      山田 悟史      日大生産工      大内 宏友

1. はじめに

前稿に引き続き本稿では、救急医療業務における時間的な検知と、地域空間情報のネットワークデータ解析により、救急医療におけるシステムと都市・地域計画における施設配置計画との連動による最適モデルを用いた、都市・地域計画手法の構築のための圏域的指標の提示による分析を行う。

2. 救急医療業務における時間的指標の検討

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分後にはさらに高率となる（図-1）。

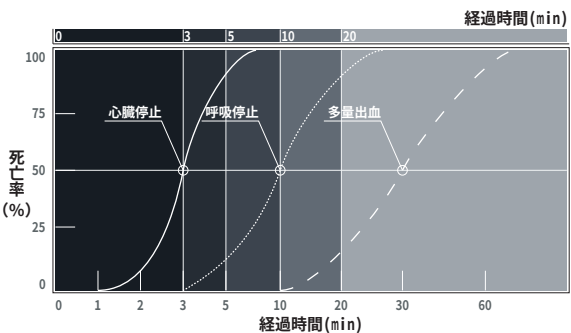


図-1 経過時間と死亡率の関係

しかし、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（表-1）。

表-1 現場到着所要時間別出動件数の状況

(全国版\_平成16年中)

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

一刻も早い現場到着が必要とされる救急医療業務の施設配置計画における時間的な指標の提示は最適施設配置計画への重要なガイドラインとなり得る。そこで、本研究では事故発生から心肺蘇生、及び応急処置までの時間と死亡率の関係と、消防庁が統計上で現場到着所要時間を3分未満、3分以上5分未満という時間的区間を指標として示している事などから指標となる時間帯を0-3(分)、及び0-5(分)とする。

また、救急医療業務における施設配置計画において、人口密度の分布と救急出動状況とを比較するため町別ごとの人口密度分布図を作成し、以下に示す（図-2）。

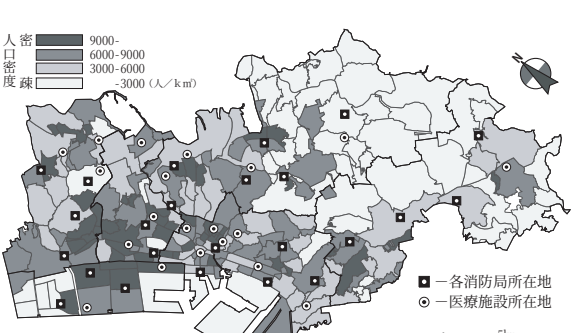


図-2 千葉市における人口密度分布

3. ネットワーク解析による圏域的指標の可視化

3-1. 救急隊による出動の圏域的指標の可視化

救急医療業務における時間的指標0-3(分)、及び0-5(分)を用いて、0-3(分)、及び0-5(分)以内で出動可能な範囲を前稿と同様の手順により、ネットワークデータ解析を用いて出動指標の圏域を可視化する（図-3）。

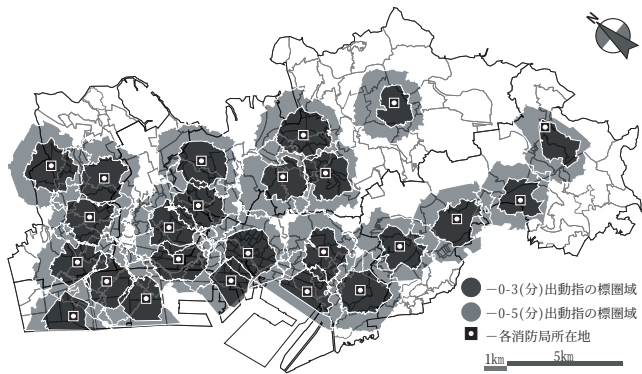


図-3 救急隊による出動指標の圏域

#### 〔救急隊における出動指標の圏域の分析・考察〕

救急隊が、それぞれ平均的にどこまで出動しているかという出動圏域（前稿参照）が千葉市の全体に広がるのに対し、出動指標の圏域は救急隊所在地の分布により偏りが見られる。0-3(分)以内で出動可能な圏域は、各救急隊を中心に比較的全体に対して散在するような分布を示し、分布の偏りを顕著に示すような結果となった。

それに対し0-5(分)で出動可能な圏域は、大きなまとまりをもって分布しているが、市内全域と比較すると一部の人口密度の高い地域や、緑区・若葉区の境界線付近における救急隊による迅速な現場到着ができない可能性がある地域が多いことがわかった。

### 3-2. 救急施設と医療施設との複合化による折り返し出動の圏域的指標の可視化

救急隊における出動指標の圏域の可視化と同様の手順により、ネットワークデータ解析を用いて折り返し出動による出動指標の圏域を可視化する。なお、救急出動に関する記録からは、折り返し出動時の出動の基点の位置に関する情報は得られなかったため、搬送先である医療施設を折り返し出動の基点としてとらえ、折り返し出動に関する分析を行う。そこでネットワークデータ上に、千葉県から救急告知の指定を受けている医療施設（病院19ヶ所・診療所3ヶ所、計22ヶ所）の位置に関する情報(住所)から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。ネットワークデータ解析に

より、千葉市における医療施設を基点とした0-3(分)、及び0-5(分)以内で出動可能な折り返し出動の出動指標の圏域として可視化する(図-9)。

#### 〔折り返し出動時の出動指標の圏域の分析・考察〕

折り返し出動時の出動指標の圏域において、医療施設が人口密度の高い地域に多くの分布しているため、0-3(分)、及び0-5(分)の圏域はともに人口密度の高い中央区・稲毛区を中心とした地域に大きなまとまりをもって分布している。しかし、人口密度の低い花見川区・若葉区・緑区・美浜区における多くの地域に対して、折り返し出動による迅速な現場到着ができない場合が多いことが考えられる。このことから、人口密度の低い地域における医療施設の救急医療業務の施設配置の検討の必要性があると考えられる。

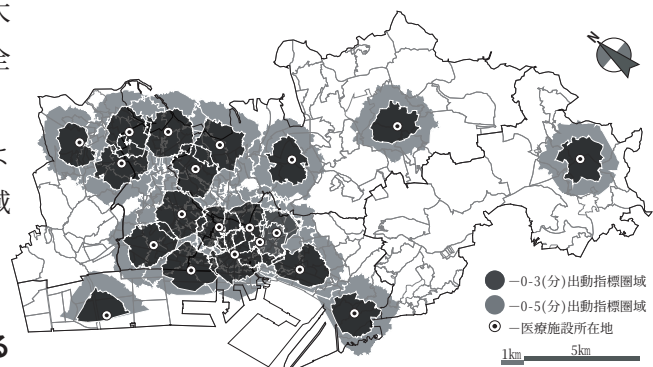


図-4 医療施設における折り返し出動の出動指標の圏域

### 3-3. 時間別にみる圏域的指標の分析

ここで、ネットワークデータ解析より得られた出動指標の圏域を時間別に分析し、施設配置計画における有効性の検討を行う。

0-3(分)以内で出動可能な圏域は、広がりには狭いが心臓停止状態の患者の生命を救うことができる確率が極めて高い圏域の広がりであるといえる。また、0-5(分)以内で出動可能な圏域は、比較的まとまった大きな圏域の広がりである。心臓停止患者も対象となる範囲であり、他の症病に対する有効性が高いことから、我が国の救急医療業務の施設配置計画における実用的

な指標となる圏域であるといえる。

#### 4. 救急施設と医療施設との関係性による分析

##### 4-1. 救急施設と医療施設との関係性による分析

千葉市のWebGIS・GPSを用いた救急医療情報システムによる救急医療業務の、救急施設と医療施設の相互の関連性による指標を提示し、救急医療におけるシステムと都市・地域計画における施設配置計画との連動による、適正モデルの構築の指標を構築するため、図-3と図-4の重ね合わせによる分析を行う。

##### 4-2. 圏域の重なりによるタイプ分類

千葉市の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より得られた、救急施設と医療施設による出動指標の圏域の重ね合わせにより、主に3つのタイプに分類でき、0-3(分)、及び0-5(分)の場合において、それぞれのタイプの特徴・意味付けと、分布について分析し、適正モデル構築のための指標の構築を行う。(図-5 図-6 図-7 図-7)。

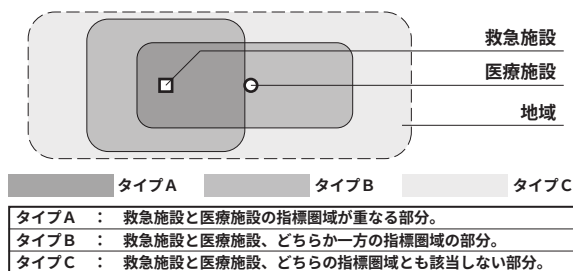


図-5 指標的圏域の重ね合わせによるタイプ分類

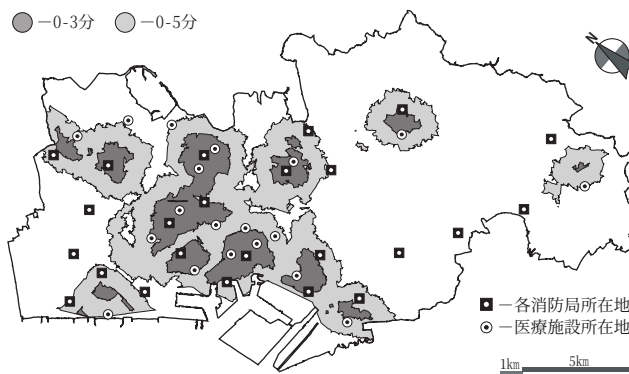


図-6 タイプA：0-3(分)および0-5(分)の分布

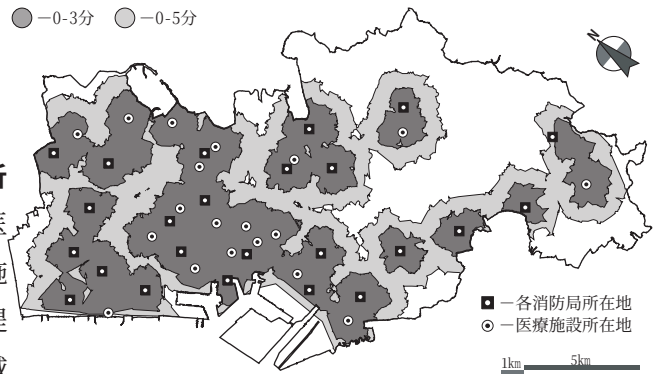


図-7 タイプB：0-3(分)および0-5(分)の分布図

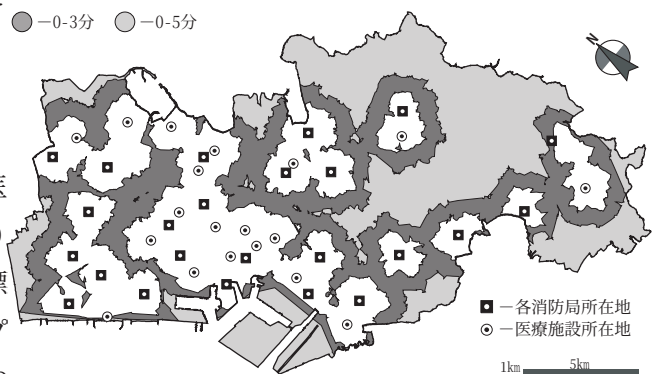


図-8 タイプC：0-3(分)および0-5(分)の分布図

##### 4-3. タイプ分類による分析・考察

■**タイプA**：複数の施設から迅速な現場到着が可能なタイプAは、救急出動要請が重なる可能性が高い人口密度の高い地域に対して有効であるといえる。そのことにより、度重なる救急出動要請で、救急隊による現場到着の遅れを縮小できることが考えられる。

0-3(分)は離散的な分布を示し、0-5(分)はある程度のまとまりをもった分布を示している。主に人口密度の高い地域の周辺に分布しているが、これは人口密度の高い地域を中心に医療施設が分布していることが有効的にはたらいえていることが考えられる。

■**タイプB**：救急隊の出動および折り返し出動によって迅速な現場到着が可能なタイプであり、人口密度の高低に関わらず、広域に分布する必要がある。このタイプが全体に広がる程、地域全体に対し救急隊による迅速な現場到着が期待でき、地域全体の救命率の向上にもつながるといえる。



0-3(分)はまとまりをもって分布を示し、0-5(分)は千葉市の若葉区や緑区の一部を除き、広く分布している。これは、折り返し出動が効果的にはたらいっている結果であると考えられる。

■**タイプC**：救急隊の出動および折り返し出動によって迅速な現場到着ができない確率が高いタイプであり、救急医療業務における早急な施設配置計画の検討が必要であるタイプの分布であると考えられる。

0-3(分)におけるタイプCの分布は、タイプBにおける0-5(分)の分布上に分布するが、0-5(分)におけるタイプCの分布は、若葉区や緑区の一部と、千葉市の境界において多く分布している。隣接する地域における救急隊の協力によって補うことの可能性の検討を行う必要がある。

## 5. まとめ

千葉市の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り得られた圏域的な指標を施設適正配置に向けた整備指針として以下に整理する。

1) 千葉市内の救急隊における出動分析では(前稿)、これまで円として示されていた出動圏域を、道路情報に長さ、速度、時間を属性値より得られたネットワークデータの構築・解析により、地域空間情報に基づいた出動圏域を図として可視化し、詳細な出動の分析を可能にするとともに、新たな整備指針の支援システムとして構築することができた。

2) 救急医療業務における時間と死亡率の関係と現場到着までの時間に着目し、0-3(分)、及び0-5(分)という現場到着までの時間的な指標から、圏域的な指標として可視化することにより、適正施設配置の新たなガイドラインとして構築することができた。

3) 医療施設を基点とし折り返し出動による出動指標の圏域を可視化し分析をすることにより、救急隊における指標圏域では得られなかった0-

3(分)、及び0-5(分)以内で出動可能な圏域はともに人口密度の高い地域においてまとまりをもった分布となった。

4) 出動指標の圏域の重ね合わせにより、3つのタイプに分類でき、タイプおよび指標となる時間ごとの分布状況から救急医療業務の施設配置計画における新たな指標として提示できた。タイプAは人口密度の高い地域に対し分布するように、またタイプBはより広域でまとまりをもった分布をするような施設配置計画の手法としての応用が考えられる。

また今後の展開として、更なる実用性に向けネットワークデータの構築と市内一律の速度の再検討を行う。さらに全国規模で適用可能な適正施設配置に向けた整備指針の支援システムを構築する。

## <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>

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