

佐賀広域消防局における救急車の最適配置について ～確定的評価指標を用いて～

佐賀大学 学生会員 ○畑田 大樹
佐賀大学 正会員 猪八重 拓郎

1. 研究背景

近年、高齢化や住民意識の変化などの理由により、救急車の呼び出し件数は増加の一途をたどっている。総務省消防庁は全国の救急業務及び救急業務の実施状況について、毎年調査を行っている。平成28年中の救急自動車による救急出動件数は620万9964件（対前年比15万5149件増、2.6%増）、搬送人員数は562万1218人（対前年比14万2848人増、2.6%増）で救急出動件数、搬送人員数ともに過去最多となった。現場到着所要時間は全国平均で8.5分（対前年比-0.1分）、病院収容所要時間は全国平均39.3分（対前年比-0.1分）となった。人の心肺停止時間と救命率の関係性からいうと、現場到達所時間の平均が8.5分であるのは、救命される可能性はきわめて低くなる。また、現場到着所要時間が8.5分だけであって、現場についてからの処置の時間はさらに時間を要することとなる。したがって、さらに蘇生率、救助率がさらに低下されることが考えられる。

2. 研究目的

Pメディアン問題と需要点の重みを1として考えるNWメディアン問題、さらに、最大被覆問題を取り上げる。佐賀広域消防局では現在、5つの市で合計18台の救急車を所有している。佐賀市では、10台の救急車が配置されている。神崎市には3台、小城市、多久市には2台の救急車が配置されている。吉野ヶ里町には1台配置されている。今後、高齢者が増えていくと予想される中、最適な配置を求めることで救命率が上昇と考える。また、予算の関係上、救急車の台数は増やさないこととする。現在の救急車の台数で救命率を上げるためには、どのような配置をすることが最適配置なのかを考えることを目的としている。

3. 研究方法

本研究では、人口、道路網、ネットワーク解析などの点からGIS (Geographic Information System) を使用する。本研究で行う解析として、ルート検索、到達圏解析、最寄施設の検出、ロケーション-アロケーションの4つの解析を用い、救急車の最適配置の候補を挙げる。

使用されるアルゴリズムは、ルート解析（ルート、最寄り施設、およびODコストマトリックス解析）については、最短パスの検索に使用されるダイクストラのアルゴリズムに基づいて行われる。

4. 配置問題に関する解析結果

例として、佐賀市と、佐賀広域消防局における、Pメディアン問題、NWメディアン問題、最大被覆問題の3つの配置問題の結果を以下に示す。

佐賀市のNWメディアン問題についてだが、重みを考えない配置問題なので、救急車の候補点は図2の赤い点のようになる。人口を考慮せずに純粋にネットワーク内の距離を最小にするような点を算出している。しかし、町丁目の重心点なので、密集している地域には多くの救急車が配置されている。

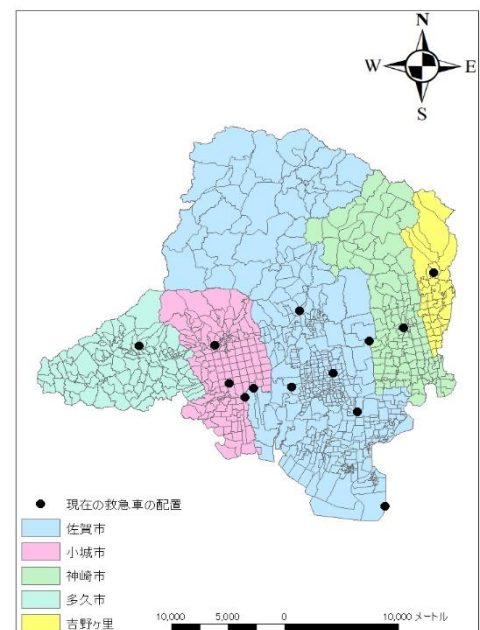


図-1 佐賀広域消防局の範囲と
現在の配置

次にPメディアン問題だが、黄色の点の配置となる。NWメディアン問題と比べると、NWメディアン問題では、山岳地帯にあたる北側の配置が3台あったのに対し、Pメディアン問題では、1台の配置となっている。この配置の変化の要因として、人口で重みをつけたことであると考える。北部の山岳地帯には人口があまりおらず、南部に人口が多く存在しているのでこのような結果となった。

最後に最大被覆問題についてだが、青の点の配置である。2つの配置問題とは少し違い、この配置問題は、5分圏内でどれくらい多くの人口をカバーできるかを考えた配置問題である。特徴として、南部のほうが北部よりも人口が多く存在しているので、人口をカバーするこの問題では南部に点が集中することは必然的である。南部の中でも、市街地を中心に救急車が配置されている。その要因として、南部の中でも、市街地に人口が集中しているからであり、北部に関しては、救急車の配置は0台と全く配置をなされていない。

佐賀広域消防局のNWメディアン問題の解析結果であるが、佐賀市のNWメディアン問題同様、北部の山岳地帯に救急車が配置されることが少なく、全体的に均等に配置されているように見える。他の配置問題と比較すると、小城市、多久市の境界付近に救急車が配置されているのが特徴的である。佐賀市、神崎市の北部に計4台配置されているのはNWメディアン問題の配置の時のみである。

次にPメディアン問題だが、NWメディアン問題と比較すると、佐賀市同様、北部への配置は少なくなっている。しかし、佐賀市の中心市街地付近への配置が多く、他の市と比べ人口が多くかつ、移動距離を最初にするためにこのような配置のなったと考える。

最後に、最大被覆問題の解析結果だが、現在配置されている救急車に対し大きく異なった結果を出したのは、最大被覆問題である。大きく異なる点は、小城市に救急車が4台配置されていることである。この要因として、佐賀市の次に人口が多いのは、小城市であるがためにこのような結果となったと考えられる。

5. 確定的評価指標を用いた解析結果

5つの確定的評価指標を用いてそれぞれの配置問題を数値化した。確定的評価指標は、最も近いとき、遠いときの救急車を利用するときの最長現場到達時間、最も近い救急車を利用するときの到達時間が5分以内の割合、最も近い救急車を利用するときの到達時間の平均、各救急車からすべての需要点までの到達時間の平均の5つである。人口のカバー率を優先すると最大被覆問題がよいが、本研究では、救命率の上昇が目的であるため、人口を考慮しておりかつ、最近到達時間の平均が5分に近いPメディアン問題が最適であると考えられる。

5つの確定的評価指標を用いてそれぞれの配置問題を数値化した。確定的評価指標は、最も近いとき、遠いときの救急車を利用するときの最長現場到達時間、最も近い救急車を利用するときの到達時間が5分以内の割合、最も近い救急車を利用するときの到達時間の平均、各救急車からすべての需要点までの到達時間の平均の5つである。人口のカバー率を優先すると最大被覆問題がよいが、本研究では、救命率の上昇が目的であるため、人口を考慮しておりかつ、最近到達時間の平均が5分に近いPメディアン問題が最適であると考えられる。

6. 今後の課題

今後の課題として、将来人口を加味し、同じ配置で対応できるのかを検討し、また、救急出動回数が増加傾向にあるので、救急車を増大した際にどのような変化があるのかの解析を行っていくことで、最適な配置を導き出すことが可能であると考えられる。

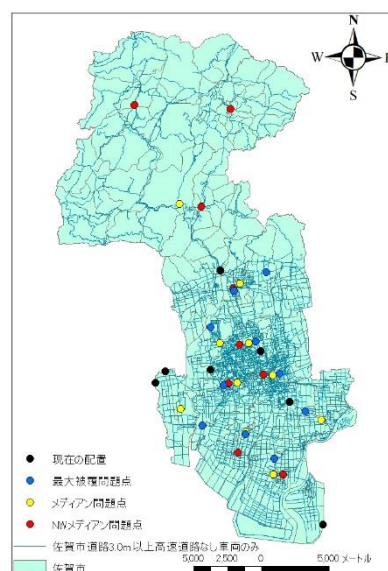


図-2 佐賀市の救急車の配置問題

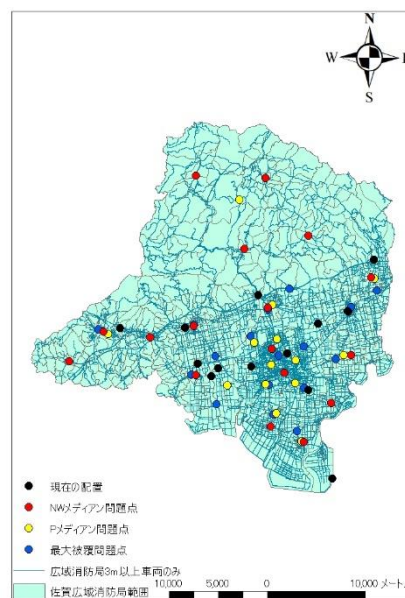


図-3 佐賀広域消防局の配置問題

表-1 佐賀市の確定的評価指標を用いた比較

佐賀市	現在の配置	NWメディアン問題	Pメディアン問題	最大被覆問題
センター型対応時間（分）	55.0	33.4	46.7	57.5
最近対応時間の平均（分）	8.5	4.8	5.5	6.4
全対応時間の平均（分）	18.9	19.8	16.2	15.4
人口被覆率	0.3702	0.6468	0.6038	0.6574
最遠対応時間（分）	96.2	80.1	78.7	77.0