

豊田市の1次救急施設配置問題

2008MI159 中村祐実

指導教員：腰塚武志

1 はじめに

1.1 研究の背景

愛知県豊田市は、総人口 423,642 人、市の総面積は 918,47km² の市であるが、現在の豊田市の夜間・休日における1次救急施設は、殆どを豊田地域医療センターが受け持っている。位置は市の中心部にあり、市のはずれや人口密度の低い地域からは遠く受診し難いのが現状である。市には、市民から救急医療を充実させて欲しいという意見が多く寄せられており、現在の救急窓口が少なく、多くの人が今の救急医療に不満を持っていることがわかる [3]。

1.2 研究方針

本研究では、市民が行きやすくなるよう救急窓口への総移動距離を最小化し、その施設配置を分析する。市民が利用するのは一番近い位置にある施設であると仮定し、そこまでの直線距離を市民の移動距離とみなす。人口という重みも考慮して、市民の移動距離を最小化する配置と設置数を求める。候補点には現在の救急窓口と、救急の設備が整っている施設を利用する。

2 使用するデータについて

2.1 候補施設の選出

救急として利用できる施設として、救急告示医療機関と救命救急士が在籍する消防署を利用する。1km メッシュデータが重複している候補点は併せて1つの候補点として考える。図1に全ての候補点の位置を示す。地図は総務省統計局 [1] の町丁目別人口データを用いて人口の多さで色分けされており、人口が集まっているところほど濃い色になっている。

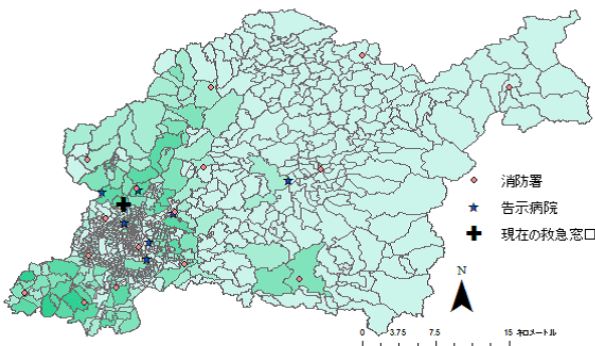


図1 現在の救急窓口と候補点

2.2 人口データ

総務省統計局 [1] より提供された平成 17 年国勢調査の 1km メッシュデータを抽出し、使用する。このデータを ArcGIS と対応させ、各メッシュの人口や重心点を整備する。

3 最適配置問題

3.1 (p, r, q) メディアン型再配置モデル

本研究での最適配置問題では、市民全体の総移動距離の最小化を目的としたモデル [2] を利用する。廃止する施設数と新設置数が決まっている場合の定式化を次に述べる。

3.2 定式化

記号の定義

w_i : 需要点 i における人口

d_{ij} : 需要点 i から施設 j までの距離

x_{ij} : 需要点 i のノード j の施設への割当を表すバイナリ変数

y_j : ノード j における施設の有無を表すバイナリ変数

y_j^* : 1 ならば配置されていて、0 ならば配置されていない

N : ノードの集合

p : 既存施設数

r : 廃止施設数

q : 新設施設数

z_j : ノード j に関するバイナリのダミー変数

(施設有無の変更があれば 1)

目的関数

$$\min \sum_i w_i \sum_j d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

制約条件

$$\sum_j x_{ij} = 1, \forall i \in N \quad (2)$$

$$x_{ij} \leq y_j, \forall i, j \in N \quad (3)$$

$$\sum_j y_j = p - r + q \quad (4)$$

$$\sum_j z_j = r + q \quad (5)$$

$$-z_j \leq y_j - y_j^* \leq z_j, \forall j \in N \quad (6)$$

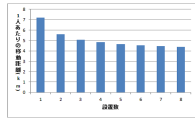
4 候補点の配置

候補点を配置していく際、現在の救急窓口に施設を追加していく場合と全て新設した場合とで解を求め、現在の救急窓口と結果を比較・検討する。需要は平成 17 年国勢調査

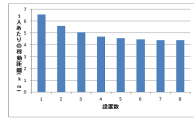
による 1km メッシュデータの 697 個の人口データを利用する。求解には (p, r, q) メディアン型再配置プログラムを NUOPT を用いて実行した。

4.1 8 候補点の実行結果

現在の救急窓口と救急告示医療機関の 8 候補点を用いて配置していく場合を考える。

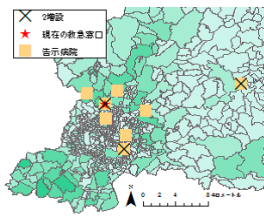


[1] 追加していく場合

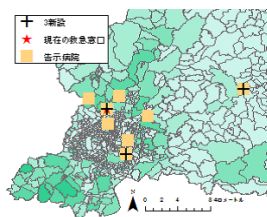


[2] 新設していく場合

図 2 8 候補点の平均移動距離



[1] 追加していく場合



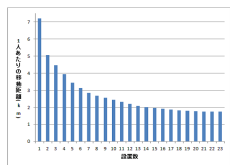
[2] 新設していく場合

図 3 施設の配置結果

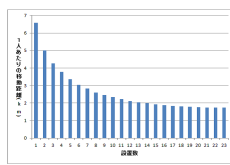
図 2 にそれぞれの平均移動距離の変移を示す。双方、施設数が 3 つ以降はほぼ横ばいとなっている。また図 3 より施設数が 3 つのときの施設配置は同じとなっている。施設数が 3 つ以降は平均移動距離の差が小さいこと、新設していった場合も現在の救急窓口を利用しており、市内に分散して配置されていることから 8 候補点の場合は施設数 3 つが最適になると考える。

4.2 23 候補点の実行結果

8 候補点だけでは選択肢が少ないため、救命救急士が在籍する消防署を加えた合計 23 候補点で設置していく場合を考える。



[1] 追加していく場合



[2] 新設していく場合

図 4 23 候補点の平均移動距離

図 4 にそれぞれの平均移動距離の変移を示す。候補点に消防署を含めた場合、平均移動距離が大きく減少していくのは施設数 3 つまでであるが、移動距離に差がなくなるのは施設数が 10 を超えてからである。図 5 は現在の救急窓口

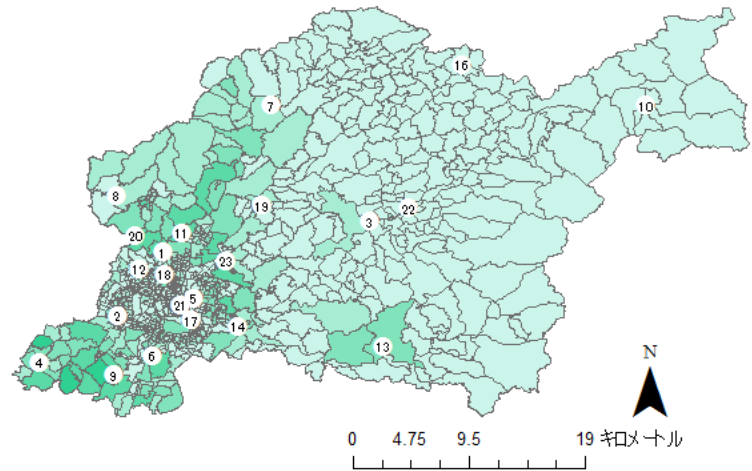


図 5 23 候補点の最適配置モデル

る。施設数が 4 つ以降は、それまでに配置された施設と近い位置に配置されていっている。

5 おわりに

候補点が 8 点から 23 点に増えても、次の平均移動距離と大きな差になるのは施設数が 1 つから 2 つのときで、配置数が 3 つ以降からは次の平均移動距離との間に大きな差は見られなかった。また配置される候補点には足助病院、足助消防署、菊池病院がよく選ばれ、現在の救急施設である地域医療センターは全て新設していった場合のときはあまり選ばれなかった。本研究を通して、窓口を 1 つにするとしても今の配置はあまりいい位置ではないということ、市の東と南西に何かしらの手を打つべきであることがわかった。今後の課題として、この研究では市民の移動距離を直線距離で計算しており、実際の道路交通も考えた配置を見る必要がある。また正規の受診時間外での診療施設であることから、受診しやすい移動距離や時間を考慮したうえで必要最低限の施設数にする必要があると考えられる。

参考文献

[1] 総務省統計局, <http://www.stat.go.jp/>
 [2] 鈴木勉: 既存施設を活用した都市施設の再配置モデル-メディアン型およびカバリング型条件付き施設配置モデルの一般化と統廃合への応用-, 都市計画論文集, 46, pp. 421-426, 2011.
 [3] 豊田市役所ホームページ, <http://www.city.toyota.aichi.jp/>