

愛知県における血液センターの最適配置

2010SE080 金田将輝

指導教員:佐々木美裕

1 はじめに

本研究では、愛知県における血液センターの最適配置について考察する。都道府県血液センターは、日本赤十字社 [3] によって運営されており、各都道府県で献血などで集められた血液を一時的に保管し、それを血液製剤として加工したあと、県内の病院などに供給する施設である。愛知県内の病院へはすべて愛知県の血液センターから血液が輸送されることになっている。

現在、血液センターは各都道府県につき、1つしか設置されていないため、大病院がある大都市から遠く離れている場合がある。実際に、愛知県の血液センターは瀬戸市に設置されているが、東三河の大都市・豊橋市からは約 60km 離れている。

本研究では、愛知県の血液センターの配置問題を定式化し、最適化計算ソフトウェアを用いて解くことにより、理想的な血液センターの配置について考える。

2 モデルについて

愛知県における血液センターの最適配置問題の 2 つのモデル (ウェーバー型モデル, ミニマックス型モデル) について説明する。

ウェーバー型モデルでは、需要点からの重み付き移動距離の総和が最小となるように、血液センターの配置を求める。このモデルの特徴として、重みが重い需要点や需要点が集まる地域が、求める血液センターの設置点から近くなる傾向がある反面、設置点から最も遠い需要点までの移動距離は考慮されない。

それに対して、ミニマックス型モデルでは、最も遠い需要点からの移動距離が最小となるように、血液センターの配置を求める。このモデルの特徴として、求める血液センターの設置点から各需要点までの平均移動距離周辺に需要点が集まる傾向がある反面、各需要点の重みは考慮されない。

以上が、2 つのモデルの大まかな概要である。

3 DPC 参加病院について

実験では、病院情報局 [2] の Web ページから愛知県内で DPC に参加している 63 病院の一般病床数をデータとして用いた。DPC とは、病気のグループごとに入院 1 日当たりの診療報酬を、病院ごとに決める定額払いの仕組みである。医療の標準化を促進し、他の病院との比較も可能になり、平均在院日数を短くする誘因となる。本研究では、各病院の血液需要量のデータがないため、それに比例すると考えられる一般病床数を第 2 章のウェーバー型モデルの重みとして用いる。

愛知県内で DPC に参加している 63 病院の分布を図 1 に表示する (病院の位置は、風船型のポイントで表示されている)。なお、図 1 は Batchgeo[1] を用いて作成した。



図 1 愛知県内で DPC に参加している 63 病院の分布図

4 定式化

4.1 記号の定義

以下のように記号を定義する。

P : 需要点の集合

(a_i, b_i) : 需要点 $i \in P$ の座標

w_i : 需要点 $i \in P$ の重み

$(x, y) \in R^2$: 求める血液センターの設置点の座標

4.2 ウェーバー型モデルの定式化

ウェーバー型モデルの定式化は次のようになる。

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i \in P} w_i \sqrt{(a_i - x)^2 + (b_i - y)^2} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad (x, y) \in R^2 \quad (2)$$

目的関数 (1) は、求める血液センターの設置点から各需要点までの重み付き移動距離の総和を表している。制約条件 (2) は、求める血液センターの設置点を平面上のどこに配置してもよいことを表している。

4.3 ミニマックス型モデルの定式化

ミニマックス型モデルの定式化は次のようになる。

$$\text{Minimize} \quad \max_{i \in P} \sqrt{(a_i - x)^2 + (b_i - y)^2} \quad (3)$$

$$\text{s.t.} \quad (x, y) \in R^2 \quad (4)$$

目的関数 (3) は、求める血液センターの設置点から最も遠い需要点までの移動距離を表している。制約条件 (4) は、求める血液センターの設置点を平面上のどこに配置してもよいことを表している。

5 計算実験



図2 実行結果

計算実験には、Excel ソルバーを用いた。図2に実行結果を表示する。図2のAは現血液センター、Bはウェーバー型モデルで求めた設置点、Cはミニマックス型モデルで求めた設置点である。なお、図2も図1と同様に Batchgeo[1]を用いて作成した。

次に、設置点から各需要点までの距離分布グラフを、現状については図3に、ウェーバー型モデルについては図4に、ミニマックス型モデルについては図5に表示する。

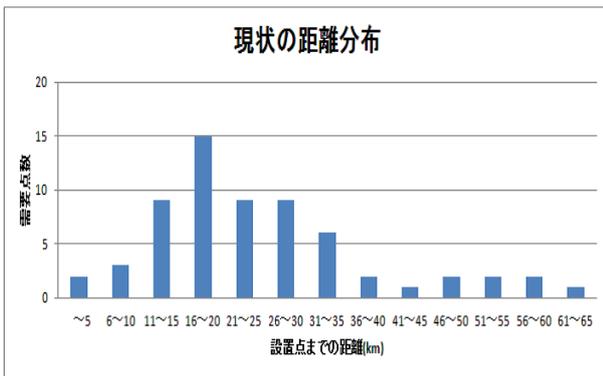


図3 現状の距離分布

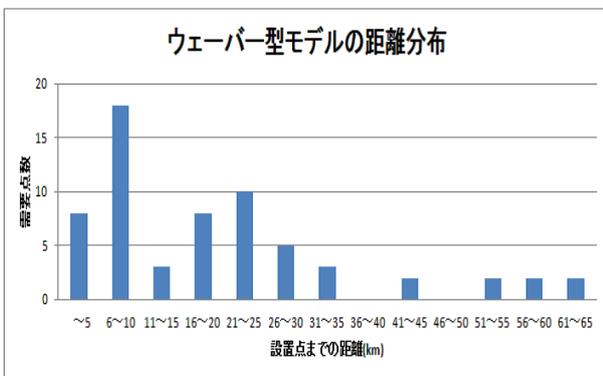


図4 ウェーバー型モデルの距離分布

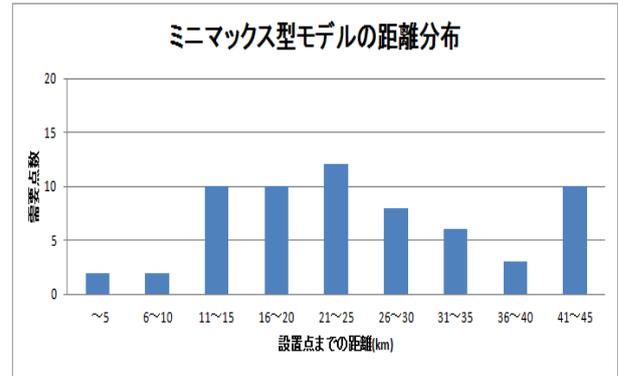


図5 ミニマックス型モデルの距離分布

図3、図4から、ウェーバー型モデルで求めた場合、設置点から半径10km以内に位置する需要点が26もあるのに対し、設置点から最も遠い需要点までの移動距離は約61kmと、現状とほぼ変わらなかった。

図3、図5から、ミニマックス型モデルで求めた場合、設置点から半径10km以内に位置する需要点が4にとどまるものの、設置点から最も遠い需要点までの移動距離は約43kmと、現状やウェーバー型モデルに比べて、約18kmも短縮されることが分かり、需要点すべてが設置点の半径45km以内におさまった。さらに、求めた設置点からは、高速道路やバイパスも近いため、病院が集中する名古屋市内へのアクセスも容易であると考えられる。

6 おわりに

第5章の結果を踏まえると、現血液センターをミニマックス型モデルで求めた設置点に移転させたほうがよいと考えられる。なぜなら、需要点すべてが設置点の半径45km以内にあり、かつ設置点周辺の道路網が発達しているためである。現状よりも愛知県内の各病院へアクセスしやすいことからミニマックス型モデルで求めた設置点が理想的であると考えられる。しかし、求めた設置点から各需要点までの移動距離を直線距離として実験を行ったため、今後は道路ネットワークにも配慮した実験を行うべきであると感じる。また、より現実的な解を得るため、DPC参加病院以外の病院も含めた実験を行うことも重要であるとする。今後の課題として、道路ネットワークとDPC参加病院以外の病院のデータを調査し、モデルのデータにそれらの病院のデータを含めた上、道路距離を測定した上で実験することが挙げられる。

参考文献

- [1] Batchgeo, <https://jp.batchgeo.com/>
- [2] DPC 全国統計-病院情報局, <http://hosopia.jp/dpc/>
- [3] 日本赤十字社ホームページ, <http://www.jrc.or.jp/>