

# 新潟県上越市における公的医療機関の立地－配分分析

相羽良寿

## Location-Allocation Analysis of Public Medical Facilities in Joetsu City, Niigata Prefecture

Yoshihisa AIBA

### Abstract:

Joetsu City is selected as a study area in which there are 874 Cyome-aza and six public medical facilities are located. The purpose of this study is to analyze the location of the medical facilities and allocation of Cyome-aza to the facilities using location-allocation model. Various object functions are optimized in a discrete space composed of 874 centers of Cyome-aza using vertex substitution algorithm. This study also analyzes optimal location-allocation pattern in the cases of integration and abolishment of medical facilities.

**Keywords:** 公的医療施設 (public medical facilities), 立地－配分モデル (location-allocation model), 頂点代替法 (vertex substitution algorithm)

### 1. はじめに

立地－配分モデルは、①施設数、②解空間、③目的関数の三つの側面からさまざまな形式で組み立てられてきた (石崎, 2003). 施設の利用者側からみて最も一般的な最適化の目的関数は、施設ができるだけ近くにある、距離の面での効率化を図る立地パターンをとることである. いま、研究地域内のすべての人口が施設を利用すると考え、そのときに発生する総移動距離  $Z$  を求めると、次式で算出される (ReVelle and Swain, 1970).

$$Z = \sum_j \sum_i w_i d_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

$w_i$  = 居住地点  $i$  の人口

$d_{ij}$  = 居住地点  $i$  から施設立地点  $j$  への距離

$X_{ij}$  = 居住地点  $i$  の住民が施設立地点  $j$  の施設を利用するよう配分されたとき 1, そうでないとき 0 をとる 0－1 の配分変数

式 (1) で示された目的関数  $Z$  を最小化するように施設を立地させ、居住地点を配分する立地－配分モデルは、 $p$ －メディアン問題と呼ばれ、今日では、最も基本的な立地－配分モデルとして知られている.

立地－配分モデルにおいて最適立地を求めるためには、2種類の解法が存在する. 一つは計画法であり、もう一つは発見的解法である (高阪, 1994, 118-119). 計画法では最適解が得られるが、計算量が膨大となり、大きな問題では実行不可能となる. それに対し、発見的解法は、大きな問題を比較的速く解くことが可能で、さまざまな目的

---

相羽良寿 〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40

日本大学大学院理工学研究科

Phone: 03-5317-9721

E-mail: y-aiba@nn.iij4u.or.jp

関数に利用でき、最適解だけでなく、2番目、3番目の最適解も見出すことができる。連続空間と離散空間の双方に対し研究されてきた発見的解法の中で、本研究では、離散空間に対する多くの事例で広く利用されている頂点代替法を用いる (Teitz and Bart, 1968; Rushton and Kohler, 1973; Mirchandani and Reilly 1987; 三枝, 2005)。

## 2. 研究目的, 分析手法, 研究対象地域

研究対象地域である上越市には、表1に示すように、公的医療施設が6施設立地している。本研究の目的は、立地一配分モデルを応用して、研究対象地域における6つの公的医療施設の立地一配分を分析することである。

表1 公的医療施設の一覧表

ID	公的医療施設名	病床数
14	上越地域医療センター病院	199
80	新潟県厚生農業協同組合連合会上越総合病院	308
216	新潟労災病院	360
333	新潟県立中央病院	534
470	県立柿崎病院	55
538	独立行政法人国立病院機構さいがた病院	410

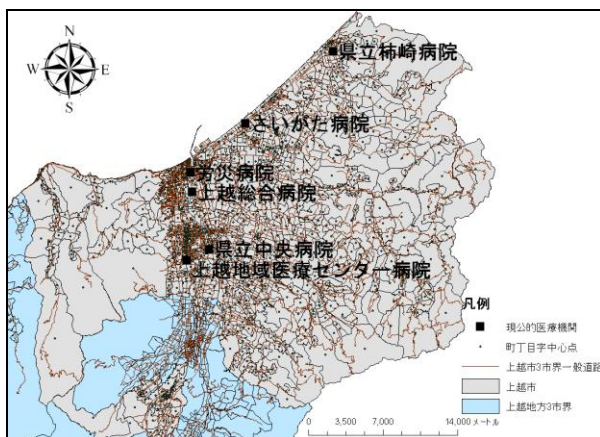


図1 公的医療施設の立地と町丁目・字の中心点の分布

図1は、6つの公的医療施設の立地と874の町丁目・字の中心点の分布を示している。GIS上で、上越市を構成する874の町丁目・字の中心点を生成するとともに、各公的医療施設への道路距離を測定した。分析手法としては、874町丁目・字の中心点から成る離散空間内で頂点代替法を利用して、総移動距離を最小化する目的関数の最適化を試みる。さらに、仮に統廃合などが起きた場合の最適な立地一配分も分析する (高阪, 2004)。

## 3. 既存6施設に対する配分モデルの適用

図2は、その距離に基づき、874の町丁目・字を最寄りの公的医療施設へ配分した状況を表している。各町丁目・字から最寄りの公的医療施設への総人口の加重による平均移動距離を計算すると、表2のようになる。地域全体での平均移動距離は8,491mとなるのに対し、上越総合病院の配分地域では最短の4,823m、さいがた病院では最長の10,518mとなる。

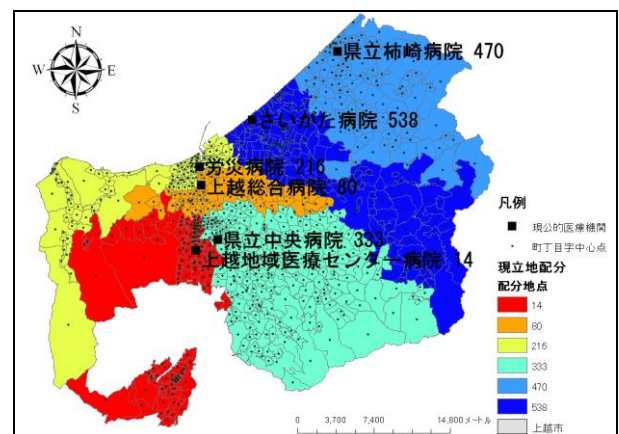


図2 既存6公的医療施設への町丁目・字の配分

## 4. 立地一配分モデルの適用例

公的医療施設6施設のうち、新潟県立中央病院は2次医療圏を有するのに対し、残りの5施設は1次医療圏を持つ。このことから、上位の2次医療施設の階層に位置する新潟県立中央病院を除く5施設に対し、1施設削減した場合の空間的効率性の変化を、立地一配分モデルを利用して検討

表 2 最寄り公的医療施設への平均移動距離

公的医療施設 ID	サービス地区の 平均移動距離 (m)
14	7,358
80	4,823
216	8,583
333	9,265
470	7,241
538	10,518
地域全体	8,491

することを試みた。

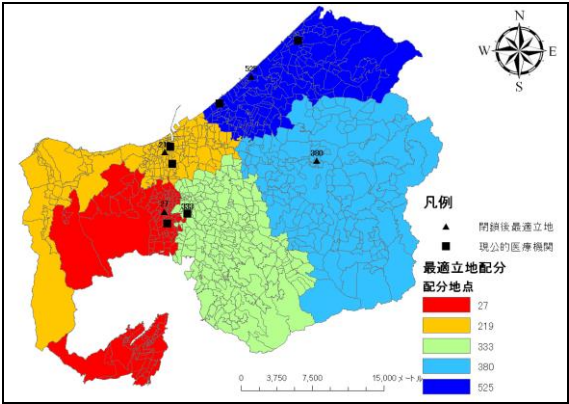


図 3 立地一配分モデルの適用例

表 3 最適立地点と平均移動距離

立地点	サービス地区の 平均移動距離 (m)
219	7,109
333	7,424
380	8,838
525	6,608
27	7,159
地域全体	7,437

図 3 は、新潟県立中央病院を固定した状態に対し、立地一配分モデルを適用して、移動距離からみた 4 施設の最適立地点と町丁目・字の配分結果

を表している。図 2 で示された既存公的医療施設への配分状況に比べると、サービス地区が大きく変化していることが明らかになる。市の東半部は、沿岸地区と内陸地区に分かれ、西半部は沿岸地区と 2 つの内陸地区で構成される。表 3 は、立地一配分モデルによる最適立地点とサービス地区の平均移動距離をまとめている。地域全体では 7,437m となり、1 施設削減されたにもかかわらず、既存 6 施設に対する平均移動距離よりも、約 1,000m 短縮化されていることが判明する。また、サービス地区ごとの平均移動距離は、6,600m～8,800m の範囲に平均化されていることも分かる。

### 5. 適用例のもう一つの解

前節の適用例は、実際には 2 つの解が現時点で存在する（もしかしたら他にも解があるかも知れない）。前節では、その解のうちで妥当だと考えられる解を示した。本節では、もう一つの解を提示し、なぜ前節の解が妥当であるのかを示す。表 4 と図 4 は、同様にそれぞれの施設までの平均移動距離とその配分状況を表す。

表 4 もう一組の最適立地点と平均移動距離

立地点	サービス地区の 平均移動距離 (m)
247	4,304
314	8,514
333	7,857
379	8,910
477	6,483
地域全体	7,433

表 4 より、全体での平均移動距離は、前節の解とほぼ同じである。しかし、地域別にみると 4,300m から 8,900m へと施設への平均移動距離に格差を生じていることが見て取れる。これは、公共施設へのアクセスの公平性からみて問題であるように考えられる。その点、前節の解は、平均

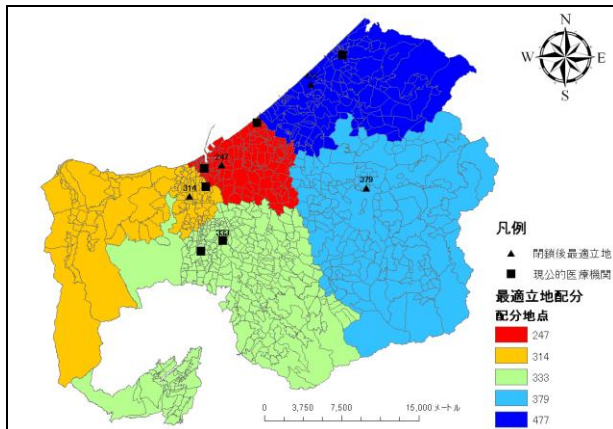


図4 適用例のもう一つの解

移動距離の地域的格差は少なく、公平性の観点からみて現段階では、妥当な解と推察する。

図3は、施設IDが14, 80, 216, 470を、それぞれ一つずつ閉鎖した場合に、全て同じになった解を示している（施設ID, 333は常に固定）。この結果は、異なる4施設をそれぞれ閉鎖しても、平均移動距離において地域格差を最小にする最適解になることを意味する。図4の解は、施設ID538を閉鎖した場合に得られた解である。したがって、5つの初期条件に対し最適解が2パターン得られ、そのうち4つの初期条件で同じ解となり、図3の方がより安定した解と言える。

## おわりに

今後の課題として、精度保証がある解法を利用すること。例えば、分枝限定法の上界下界による限定操作を利用することにより、精度保証のある解を見つけることが可能である。目的関数に空間的相互作用モデルを実装することにより、具体的な解が求められるのではないかと考える。さらに、現実の地域への適用事例を増やし、より多くの適用事例を蓄積することにより、目的関数の改良が可能ではないかと考える。

## 謝辞

本研究で開発した立地－配分モデルの解析シ

ステムは、指導教授である高阪宏行教授のプログラムが原型となっている。このプログラムにアルゴリズムの最適化、ユーザービリティの強化、機能の追加を行い、今回の研究成果をあげることが出来た。この場をお借りして感謝の意を表したい。

## 参考文献

- 石崎研二(2003)：立地・配分モデル。杉浦芳夫編「地理空間分析」，朝倉書店，61-83.
- 高阪宏行(1994)：「行政とビジネスのための地理情報システム」，古今書院.
- 高阪宏行(2004)：GISによる効果的な店舗ネットワークの構築。日本大学文理学部情報科学研究科，年次研究報告書，3，3-33.
- 三枝勇輝(2005)：「東京都世田谷区とその周辺地域におけるピザ宅配エリアとその最適化」日本大学大学院理工学研究科地理学専攻，修士論文.
- Mirchandani, P.B. and Reilly, J.M. (1987)：Spatial distribution design for fire fighting units. In Ghosh, A. and Rushton, G. (eds) (1987)：*Spatial Analysis and Location-Allocation Models*. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 186-223.
- ReVelle, C.S. and Swain, R.W. (1970)：Central facilities location. *Geographical Analysis*, 2, 30-42.
- Rushton, G. and Kohler, J.A., 1973. ALLOC—Heuristic solution to multi-facility location problems on a graph. In Rushton, G., Goodchild, M.F. and Ostresh, L.M. Jr., eds. *Computer Programs for Location-Allocation Problems*. Monograph Number 6, Department of Geography, The University of Iowa, Iowa City, Iowa, 163-187.
- Teitz, M. B. and Bart, P., 1968. Heuristic methods for estimating the generalized vertex median of a weighted graph. *Operations Research*, 16, 955-961.