

# 公共施設利便性の経年的な安定性に関する研究

Longitudinal stability of accessibility for local public facilities

堀内 智司\*

Satoshi HORIUCHI

\*地域計画学研究室 (指導教員: 奥村誠 教授)

本研究では、国勢人口メッシュデータに基づき公共施設と居住者との直線距離を用いて公共施設の利便性を評価する方法を提案し、宮城県の市町村では経年的に利便性が低下している場合があることを示した。次いで複数の年次において、最適施設配置モデルを適用し、施設数が少ない場合や多い場合には最適配置点は安定しているのに対し、中間の個数を配置する際には最適配置点が経年的に変化しやすいことを示し、これが利便性低下の原因となり得ることを示した。最後に、利便性を安定的に確保するための、公共施設の配置計画方法を考察した。

**Key Words** : 公共施設, 世代, 利便性, 施設配置計画, 双対上昇法

## 1 はじめに

公共施設は何世代にもわたり長期間使用されることが多い。公共施設の位置を簡単に変えることができないため、少子高齢化や住宅団地の郊外化などの居住地の変化により、利便性の低下が起こる可能性がある。また、老朽化に伴う施設の移設、施設の統廃合による利便性の低下も危惧される。

本研究では、保育所、幼稚園、小学校、中学校、病院を分析対象として、居住地からの平均距離を用いて利便性の経年的な変化を分析する。さらに経年的に安定して利便性を確保できるように公共施設の配置計画の方法を提案することを目的とする。

## 2 公共施設に対する利便性の計測

公共施設の利便性を表す指標として、居住者から最も近い公共施設までの直線距離の平均値を用いる。

本研究では人口分布のデータとして国勢調査 500mメッシュデータを用いるため、平均距離は次式で求めることができる。

$$D_S^i = \frac{\sum_k \sum_j (P_k^i \sqrt{(x_k^i - x_j^j)^2 + (y_k^i - y_j^j)^2})}{\sum_k P_k^i} \quad (1)$$

$D_S^i$ : 年齢層  $i$  に対する、施設  $S$  への平均距離 (km)

$j$ : 公共施設  $S$  の番号 ( $j: 0, \dots, j, \dots, N_S$ )

$N_S$ : 公共施設  $S$  の総数

$i$ : 公共施設  $S$  の対象年齢層 ( $i: 0-4, \dots, i, \dots, 85-$ )

$P_k^i$ : メッシュ  $k$  に住んでいる年齢層  $i$  の人口

$(x_k^i, y_k^i)$ : 年齢層  $i$  の居住メッシュ  $k$  の中心座標

$(x_j^j, y_j^j)$ : 番号が  $j$  の公共施設  $S$  を含むメッシュ  $l$  の中心座標

次に、1980 年から 5 年おきに 2000 年までの 5 時点について宮城県の市町村ごとに 5 種類の公共施設までの平均距離の計算を行った。平均距離の変化は 1) 増加, 2) 減少してから増加, 3) 変化なし, 4) 増加してから減少, 5) 減少の 5 つのパターンにグループ化できた。その結果を表-1 に示す。

これより、約 3 割の市町村が変化パターン 1, 2 となっており、公共施設の利便性が安定的に確保されていない。これらの市町村では公共施設の配置計画の方法に問題が存在した可能性がある。変化パターン 2 の例として、大和町の小学校までの平均距離の推移を図-1 に示す。1981~1985 年生まれの世代までは平均距離が減少し利便性が上昇していたが、以後の世代に対して利便性が低下していることがわかる。

表-1 宮城県の市町村の平均距離の変化パターン

パターン	保育所	幼稚園	小学校	中学校	病院	割合
1	1	7	4	3	7	19%
2	5	3	5	5	6	8%
3	5	9	7	7	5	28%
4	1	2	2	3	2	20%
5	11	2	5	5	3	22%

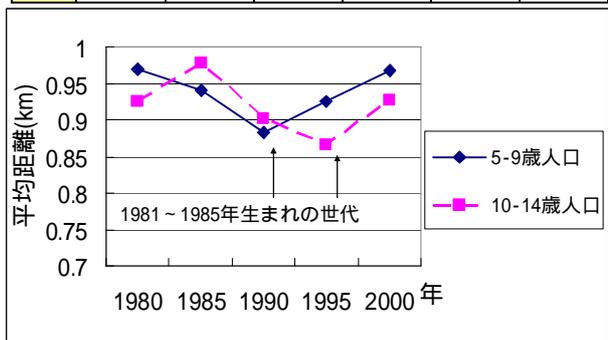


図-1 大和町での小学校までの平均距離の変化

### 3 公共施設の長期的な配置計画方法の考察

#### 3.1 利便性の低下の原因

上述したような利便性の低下の原因として、1)対象とする人口に対する施設の最適な配置は安定しているが、その場所に施設が配置されなかった、2)施設の最適配置自体が経年的に変化しており、ある時点での最適配置が次の時点では十分な利便性を提供できない、という2つの原因が考えられる。利便性を経年的に安定して確保するためには、このどちらのケースであるかを区別することが必要である。そのため、本研究では対象とする人口分布を変化させながら最適施設配置を求める。

#### 3.2 最適施設配置モデル

ここでは、有限値の候補点への配置により、移動費用と公共施設の立地費用の総和である総費用  $TC$  を最小化する以下のような問題を考える。

$$\min TC = \sum_j \sum_i C_{ij} W_i x_{ij} + \sum_j \lambda y_j \quad (2)$$

$$\text{Subject to } \sum_{j \in J} x_{ij} \geq 1 \quad (i \in I) \quad (3)$$

$$y_j \geq x_{ij} \quad (i \in I, j \in J) \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i \in I, j \in J) \quad (5)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad (j \in J) \quad (6)$$

$C_{ij}$ : 地点  $i$  と地点  $j$  間の移動にかかる単位費用

$W_i$ : 地点  $i$  に居住する利用者数

$\lambda$ : 公共施設立地費用 (地点によらず一定)

この最小化問題を、計算量が少なく、必ず整数解が得られるという利点がある Erlenkotter の双対上昇法を用いて解く。式 (2) から式 (6) までの双対問題は、以下のようになる。

$$\max \sum_{i \in I} v_i \quad (8)$$

$$\text{Subject to } \sum_{j \in J} \max\{0, v_i - C_{ij}\} \leq \lambda \quad (j \in J) \quad (9)$$

主問題の解  $x_{ij}, y_{ij}$  と双対変数の間には以下の相補条件式 (10)、式 (11) が成立する。

$$y_j \left( \lambda - \sum_{i \in I} \max\{0, v_i - C_{ij}\} \right) = 0 \quad (10)$$

$$(y_j - x_{ij}) (\max\{0, v_i - C_{ij}\}) = 0 \quad (11)$$

双対変数  $v_i$  を、制約条件式 (9) を満たすように順に上昇させて、相補条件式 (10) を満たす  $x_{ij}, y_{ij}$  を求解する。プログラムは宮武<sup>1)</sup>によるものを用い、施設立地費用  $\lambda$  を大きな値から順次低下させてゆくことで、(間接的に) 配置される施設数を増加させてゆく。

#### 3.3 宮城県の大和町の計算例

2 章で利便性の低下を指摘した宮城県大和町において、施設数ごと、年齢層ごとに 1980 年から 2000 年ま

での 5 時点で最適施設配置を求め、その一致性を確認する。例として 5~9 歳の人口に対する計算結果を表-2 に示す。この結果、施設数が 1~7 個のときは最適施設配置は一致し、施設数が 8 個以上になると一致しなくなる。さらに、施設数が 11 個以上になると人口の多いメッシュにほぼ配置されることになるため、最適解は再び一致するようになる。

以上のことから、居住地に対して少数または多数の施設を配置する場合には、3.1 の 1) の問題に注意する必要がある。一方、中ぐらいの個数の施設を配置する場合には、3.1 の 2) のケースに注意する必要があることがわかった。

表-2 大和町での最適施設配置の一致性の判断(5-9 歳)

施設数	判断	施設数	判断
1 個		7 個	
2 個		8 個	×
3 個		9 個	×
4 個		10 個	×
5 個		11 個	
6 個		12 個	

: 一致, × : 不一致, : 判断不能

#### 3.4 施設の配置計画方法

3.1 の 2) のケースを踏まえて安定的な公共施設の配置計画方法を考察する。1) 対象となる公共施設を設定する。2) 公共施設を利用する対象年齢層の人口を予測し、収容能力から必要な施設数を決める。3) 本章で用いた最適施設立地モデルを複数の世代の人口分布に対して適用して最適解を求める。4) これらの解を比較し、どの世代に対しても共通している地点を立地点として選び出す。5) 解が変化している場合はその移動傾向を考察し、それらの中央に近い地点を候補とするとともに、人口分布の変化を経年的にモニタリングして、追加的な対応案を検討する。

### 4 今後の課題

今後の課題として以下のようなものがある。1) 対象地域を増やし、施設数と利便性の長期的な安定性の関係をより詳細に分析する。2) 利便性を利用頻度を考慮して評価する。3) 交通網に基づく距離を設定する。4) 将来人口の予測方法を確立する。5) 公共施設の立地費用の違いも考慮して最適施設配置を求める。

#### 参考文献

1) 宮武伸宇: 階層的施設配置モデルによる本支社配置の分析, 広島大学卒業論文, 2001。

(2007 年 2 月 13 日提出)