

平等性と効率性からみた市町村合併の評価

02005060 筑波大学 *尾崎尚也 OZAKI Naoya
01009480 筑波大学 大澤義明 OHSAWA Yoshiaki

1. はじめに

近年、市町村合併が全国で加速度的に進んでいる。市町村合併により役所の統廃合が実施されると、役所圏域が広がり、役所までのアクセス距離が伸びる住民が発生し、結果としてアクセス距離の格差拡大が危惧される。そこで、本稿では、市町村合併進行と格差拡大との関係を数値化し、富山県にて現在進行している、さらには提案されている市町村合併パターンを評価する。

平等性指標として、平均距離格差、すなわち利用者ペアあたりの役所までの距離差の平均値を用いる。この数値が小さいほど平等とみなす。そして、最初に合併後の市町村数を所与としたときの平均距離格差を最小とする合併パターン問題を考える。これは、現在進行しているさらには提案されている市町村合併パターンを平均距離格差で評価する際にその下限値を与える。ただし、この場合には距離を等しくするために、隣接しない市町村による合併パターンが最適となる可能性もある。そこで、次に最も近い役所へ行くという制約を課した平均距離格差最小化問題を定式化し、その最適解を求める。さらに、平等性が重要とはいえ効率化が行財政改革の第一目標であるから、役所までの平均距離を最小化する合併パターン問題を考える。

2. 整数計画問題

所与の変数

所与の変数は以下のように与える。

- n : 合併前市町村数 m : 合併後役所立地候補点数
- F : 合併後市町村 (役所) 数
- p_i : 合併前各市町村 $i (i = 1, \dots, n)$ の人口
- p : 対象地域の総人口つまり $p = \sum_{i=1}^n p_i$
- d_{ij} : 各市町村役所位置 i から立地候補点 $j (j = 1, \dots, m)$ への距離

決定変数

また、決定変数は以下のように与える。

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{候補点 } j \text{ が合併後役所となる} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{市町村 } i \text{ の人が合併後 } j \text{ の役所を利用する} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

平均距離格差最小化問題

目的関数は以下のように2次から線形へ変換することができる。

$$\begin{aligned} & \frac{1}{p^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_i p_k |d_{ij} - d_{kl}| Y_{ij} Y_{kl} \\ = & \frac{1}{p^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_i p_k |d_{ij} Y_{ij} - d_{kl} Y_{kl}| \\ & - \frac{1}{p^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_i p_k d_{ij} Y_{ij} (1 - Y_{kl}) \\ & - \frac{1}{p^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_i p_k d_{kl} (1 - Y_{ij}) Y_{kl} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、第2項と第3項について考えると、 $\sum_{l=1}^m (1 - Y_{kl}) = \sum_{j=1}^m (1 - Y_{ij}) = m - 1$ となり、 $\sum_{k=1}^n p_k = \sum_{i=1}^n p_i = p$ であるから、

$$\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_k (1 - Y_{kl}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_i (1 - Y_{ij}) = p(m - 1)$$

となる。これより、式(1)は

$$\begin{aligned} & \frac{1}{p^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_i p_k |d_{ij} Y_{ij} - d_{kl} Y_{kl}| \\ & - \frac{2(m-1)}{p} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_i d_{ij} Y_{ij} \end{aligned} \quad (2)$$

また、式(2)はMandell(1991)で示されているように絶対値をはずすと以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \text{最小化} \quad & \frac{1}{p^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m p_i p_k (d_{ijkl}^+ + d_{ijkl}^-) \\ & - \frac{2(m-1)}{p} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_i d_{ij} Y_{ij} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{条件} \quad & \sum_{j=1}^m Y_{ij} = 1 && \forall i \\ & Y_{ij} - X_j \leq 0 && \forall i, j \\ & \sum_{j=1}^m X_j = F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{ij} Y_{ij} - d_{kl} Y_{kl} &= d_{ijkl}^+ - d_{ijkl}^- && \forall i, j, k, l \\ d_{ijkl}^+ &\geq 0 && \forall i, j, k, l \\ d_{ijkl}^- &\geq 0 && \forall i, j, k, l \end{aligned}$$

最近隣役所割当制約

次に最寄りの役所へ行く制約式を考える。市町村 i の住民が市町村 j の役所を利用するときの距離 d_{ij} が、立地されているすべての役所 ($X_q = 1$ となる q) までの距離 d_{iq} 以下であれば最寄り役所へ行くことになる。これを制約式として組み込むために、

$$d_{ij}(Y_{ij} + X_q - 1) \leq d_{iq}X_q \quad \forall i, j, q$$

を考える。 Y_{ij}, X_q との関係を表 1 に示す。

表 1: 制約式と変数の関係

Y_{ij}	X_q	$d_{ij}(Y_{ij} + X_q - 1)$	$d_{iq}X_q$
1	1	d_{ij}	$\leq d_{iq}$
1	0	0	≤ 0
0	1	0	$\leq d_{iq}$
0	0	$-d_{ij}$	≤ 0

$X_q = 1$ の時 $d_{ij} \leq d_{iq}$ となり、また他の条件においても $d_{iq} > 0, -d_{ij} < 0$ となることから、この制約式は最近隣役所割当制約条件となる。

平均距離最小化問題

平均距離最小化問題、すなわち p -median 問題を考え、その解における目的関数値と平均距離格差を求める。

3. 平等性からみた市町村合併パターンの評価

富山県では、平成 12 年 4 月現在の市町村数が 35 である。これに加えて、平成 17 年 1 月現在の市町村数 27、平成 17 年 1 月現在の合併法定協議の市町村数 16、県が示している 5 広域圏、合計 4 つの市町村組み合わせパターンについて、平均距離格差と平均距離を求める。同時にそれらの数のもとでの平均距離格差最小解と最近隣割当制約平均距離格差最小解、平均距離最小解を求める。ただし、市町村人口は役所に集約し、立地候補点は現在の市町村役所位置に限定する。また、自市町村に新役所が位置する場合には市町村内々距離として面積から円近似した平均距離を利用する。データは平成 12 年国勢調査と平成 12 年版数値地図を用いた。

図 1 は施設数と平均距離格差の関係を示したものである。最近隣割当制約平均距離格差最小値は格差最小値と平均距離最小値との間に位置する。富山県の合併パターンの値は平均距離格差下限値はもちろん、平均距離最小解よりも高く、平等性の見地からは望ましい配置と言えない。また、合併が進行するにつれて、平均距離格差が拡大する様子も観察できる。

図 2 は横軸に平均距離、縦軸に平均距離格差をとった二目的グラフである。富山県の合併パターンは、平均距離は最適解と比較して変わらないが、平均距離格差は最適解と比べて大きいという結果になった。

4. おわりに

平均距離格差最小化問題が整数計画問題で定式化できることを示した。そして、富山県の事例を通して、合併が進むにつれて平均距離が増大することはもとより平均距離格差も拡大することを示した。同時に、富山県が想定している合併パターンは平等性が低いことを指摘できた。

参考文献

- [1] Mandell, M.B. (1991): Modelling Effectiveness-equity Trade-offs in Public Service Delivery Systems, *Management Science*, 37, pp.467-482.
- [2] 尾崎尚也, 西村正志, 大澤義明 (2003): 面整備に関する市町村数と市町村合併の効果, 都市計画論文集, 38, pp.445-450.
- [3] 富山県 (2005): 富山県 WebSite. <http://www.pref.toyama.jp/>

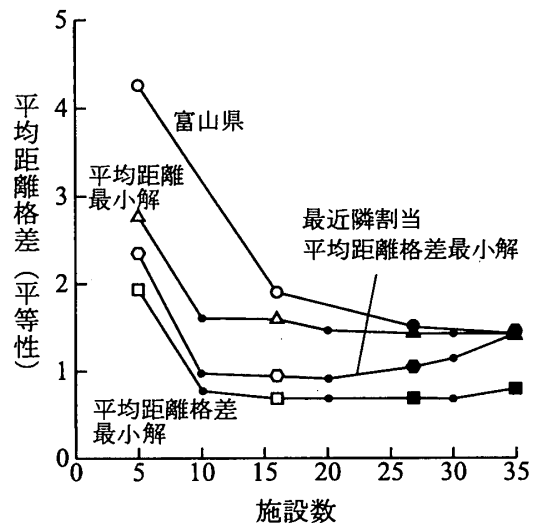


図1: 平均距離格差の比較

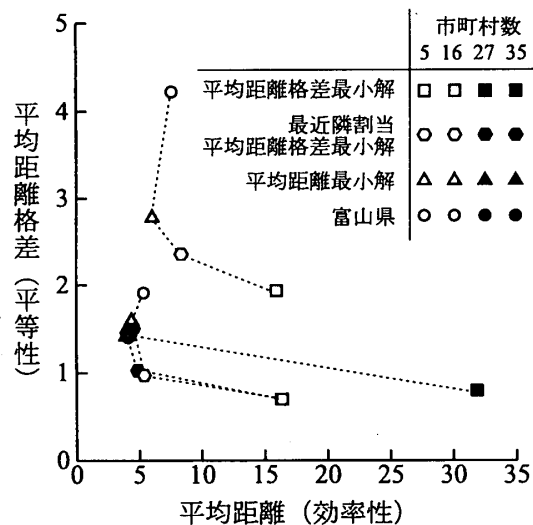


図2: 平均距離と平均距離格差