

公共施設の配分モデルについて

九州工業大学工学部 学生員 ○神谷 慎一
正 員 佐々木昭士
学生員 田中 大介

1. はじめに 公共施設は、利用者の便益、運営提供する公共団体、経済条件など様々な要因がからみあつて立地配分されている。そのため、公共施設の立地配分を行おうとすると利害関係によるトラブルが生じることがある。公共施設には、学校区などにみられるように利用ゾーンに重複がない場合と、催会場などにみられるように利用ゾーンが重複または判然としない場合がある。本研究は、学校ならびにその校区のように利用ゾーンが重複しない公共施設の立地配分について数理的な手法を検討したものである。重複しないゾーンについて、利用の距離の和を最小にすることは、メッシュ間の相互距離を変位としなければならないので、変数はメッシュの2乗となる。さらに立地地点が変化すると、そのゾーン域も変化し、逆にゾーン域を変化させるとゾーン中心も変化することから従来これらの研究は比較的少ないようである。本研究はこのような見地から複雑な都市域からなる実際の都市を採用し、図1.小倉北区と南区の人口分布そのモデルのアルゴリズムを検討することにした。



2. 対象地域 多くの都市機能などのような昼間人口とは異なり、重複しない学校区などでは夜間人口がその対象となる。本研究で対象とした図1の小倉北区と小倉南区の人口分布を示す。人口が0のメッシュを除外し、2000以上のメッシュを黒丸で表す。図1のメッシュの総数は302で、その人口分布を割合で図2に示す。この地域についての従業者の分布は、北部(図の上)に集中し、従業者の最大となる都心近くは人口が零またはそれに近い。人口分布はそれを囲むように分布している。図のように指数分布に近く、利用者の施設への距離を短くするために、計算には、人口の重率を考慮した。その結果、人口の多いメッシュ、すなわち、人口の密集している地点を利用ゾーンの中心とすることが好都合と見なされる。計算にあたっては以下の条件を適用する。

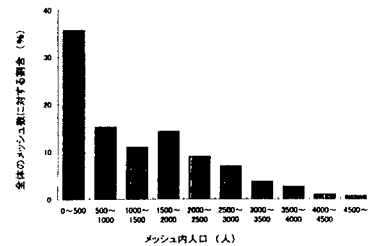


図2. 小倉北区と南区の人口分布の割合

- (1) 全人口の利用のための移動距離の和が最小である。
- (2) 人口はメッシュ単位に分布する。
- (3) 人口分布は複雑であるが、既知である。
- (4) メッシュ間距離はメッシュの中心間の直線距離とする。
- (5) メッシュは一定の長方形(東西距離>南北距離)とする。

図3に計算フローを示す。対象とする地域のメッシュデータを国勢調査のデータから抽出した後、メッシュ間の距離を計算し距離順位マトリックスとする。その後、人口が最大となっているメッシュを抽出し、そのメッシュをセンターとして一定距離内のメッシュを選定しゾーンとする。次に、残ったメッシュデータ内の最大メッシュをセンターとして同様の操作を繰り返す。図4に計算結果から制約距離3kmのゾーンの中心と制約距離10kmのゾーンの中心を示す。図1の人口分布と比較し、図4のゾーン中心の妥当性が明らかである。図5に制約距離ごとの計算によるゾーン数を示す。当然、制約距離が大きくなるとゾーン数は少

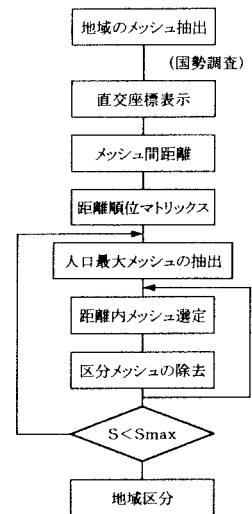


図3. 計算フロー

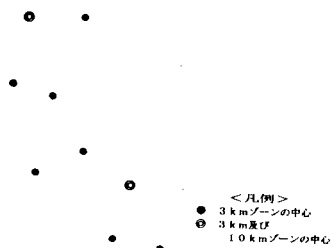


図4. センターの位置

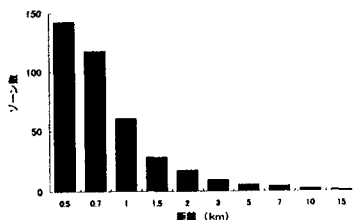


図5. 制約距離ごとのゾーン数

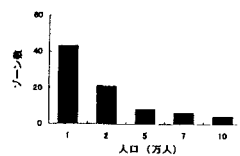


図6. 制約人口ごとのゾーン数

なくなる。とくに、制約距離が大きくなるとゾーン間の空間形状も複雑となるので、ゾーンごとの利用人口の分散が大きくなっている。同様の手順により、ゾーン内人口を制約条件として、前と同様な計算を実施した。その結果から、図6に制約人口ごとのゾーン数を示す。制約距離とほぼ同様な計算結果となった。以上の結果から、施設の立地ならびにそのゾーンの算定には、このアルゴリズムは簡潔明瞭で実用的な存在とみなすことができる。

3. 数理モデルによる分析 利用圏が重複しない施設の立地配分の最適化のために、目的関数が単調に変化するアルゴリズムを検討した。その結果、まず、最悪の状況を初期条件とし、人口の存在するメッシュ数 n にすべてに施設を立地させる。なお、この時点における、利用のための移動距離の和は零である。

ここで、人口メッシュ i の利用施設位置 $E(i)$ は

$$E(i) = i$$

また、計算の中間におけるゾーン i の利用施設位置 $M(i)$ は

$$M(i) = i$$

なお、あらかじめ、人口の重率を考慮したメッシュ i と j の距離（以後、移動距離）

$$(S(i,j)) \text{ は } S(i,j) = P_i \times s(i,j)$$

ここで、 $s(i,j)$: i j 間の距離、 P_i : i の人口

計算は、各施設の最小移動可能な距離を求め、その施設を利用している利用者存在の有無を調べ、存在するときには、その移動距離を求め、施設の移動距離を和とする。この移動距離の最小の施設を探索し、その最小移動距離だけその施設を移動させる。すなわち、その施設移動は施設の併合を意味することから、施設数は減少することになる。以下、この移動を目的施設数になるまで繰り返す。初期条件によって、計算の収束頻度は変化するが、解の最適性を証明することが困難であり、初期値の計算の繁雑を考えると、施設を全メッシュに立地させざるを得ない。計算結果は、人口のメッシュごとにその利用施設メッシュの位置が明らかになるので、利用ゾーンが求められる。また、移動距離は常に最小移動量だけ増加するので各施設数に対する最適解となる。この計算の詳細については当日報告する。

整数計画法によると n^2 個の変数による $2n$ 個以上の制約式と、 n^2 の項からなる多項式の最適解を求めなければならないので、端点では ${}_2nC_m$ (m : 施設数) となる。しかし、このアルゴリズムはメモリーの使用量の軽減であり、計算途中の状況から収束の判定も可能である。

謝辞：本研究、遂行にあたって九州工業大学都市計画研究室の諸氏から協力を得た謝意を表する。

参考文献

1) 今野、鈴木：整数計画法と組合せ最適化、日科技連、2) 日本統計センター：平成2年度国勢調査報告

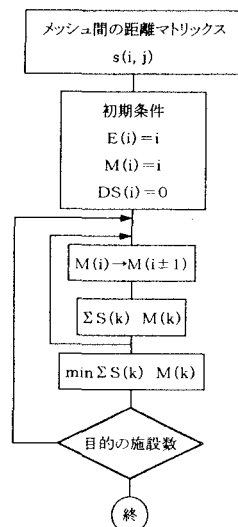


図7. 最適計算のフロー