

公共施設の配置計画に関する研究

九州工業大学建設社会工学科 正会員 佐々木昭士  
九州工業大学大学院 学生会員 ○橋元博史

1. はじめに 公共施設のアクセシビリティは、住民の生活への影響が大きいだけに生活水準の指標となり、経済的には地価への影響さえ現れることがある。しかし、施設の建設運営に当たる公共団体はその運営効率が求められる。とくに、学校などのような利用圏域が空間的に明確に識別される公共施設の配置には住民への平等が求められる。このような公共施設の配置問題は、最適化問題の一種である整数計画法が適用されるが、その計算には多くの問題が残されている。先に実用的な計算方法としてヒュウリスティックな組合せ問題解法の欲張り法を適用した計算方法を検討し、その結果を報告した。<sup>1)</sup> 本研究はその計算方法を改良し、交換法を加え、計算の実用性を検討するために 1,117 ゾーン OD 行列では 1,247,689 個の要素を対象とした地域の計算へ適用した結果を報告する。

2. 公共施設配置配置モデル 利用者は最近接の施設だけを利用するものとし、その利用距離の総和が最小になるように施設を配置する。その利用者の対象施設施設の利用者は  $n$  個のゾーンに存在し、施設はそのゾーンのいずれにも立地できるものとする。ゾーン  $i$  の利用者数  $p_i$  が距離  $d_{ij}$  の施設  $j$  を利用する場合は  $x_{ij} = 1$ 、しない場合を  $x_{ij} = 0$  とする。ゾーン  $i, j$  間の距離を  $s_{ij}$  とする。これらの条件を考慮して最適化問題として数式化すると次のようになる。

目的関数：
$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i s_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \tag{1}$$

制約条件：

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= 1 & i &= 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &\leq x_{ji} & i &= 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &= m \\ x_{ij} &\in \{0, 1\} & i &= 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \tag{2}$$

ここに、 $m$ ：設置施設数

全ゾーン  $n$  から施設立地の  $m$  箇所を選択する場合  ${}_nC_m$  の事象数となるので端点は極めて多い数となる。そこで、第 1 図のような欲張り法と交換法の併用を採用した。図のように、まず、全ゾーンに施設を設置し、その立地施設の 1 つを廃止した場合について残りの施設の利用距離の和の増加を求め、その増加量が最小の施設を廃止する。この方法を順次継続する方法が欲張り法で先に報告した方法であるが、施設数が少なくなると施設が利用区域の最適点からのずれが生じる。そこで、各施設利用圏ごとに利用距離の和が最小になる位置に施設を移動させ、さらに、その位置から利用区域をチェックする。すなわち、交換法を適用した。この計算方法によるとゾーン数  $n \times n$  の行列は単に距離行列だけであることから小型の EWS でも実用的な計算が可能である。

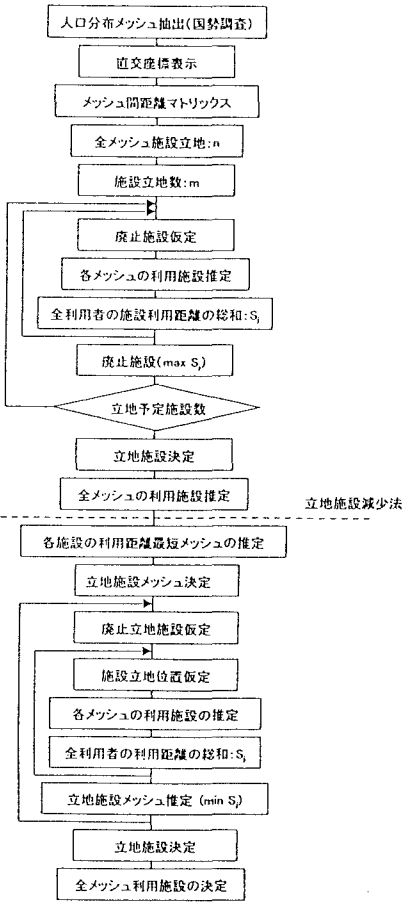


図 1 計算のフロー



図2 4箇所に施設配置の場合

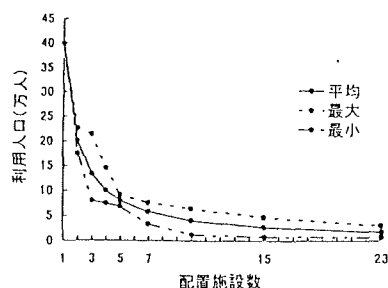


図3 利用人口と施設数

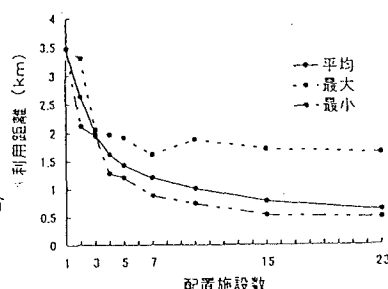


図4 利用距離と施設数

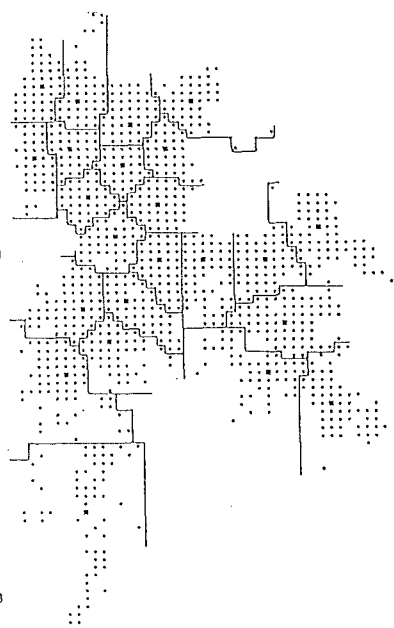


図5 中学校の最適配置

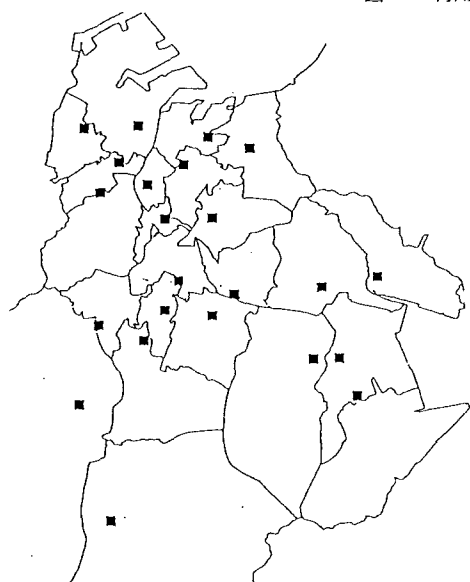


図6. 中学校の位置と校区

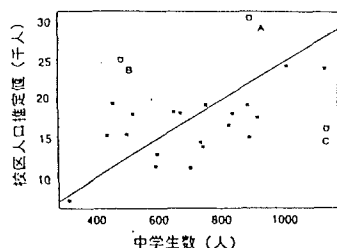


図7 校区人口と学生数

3. 計算結果 北九州市の小倉南北両区（人口約40万人）を対象にして施設の配置を計算した。地形の制約が大きい1点集中型の都市と見なされ、国調のメッシュデータ（東西289.3m、南北231.0m）で人口0を除く、1117メッシュによって計算した結果の一部を示す。図2は4箇所に施設を配置した結果を示す。北西部の施設は利用人口95,641人、平均利用距離1.28km、北東部は145,017人、1.59km、南西部は、83964人、1.75km、南東部は73,780人、1.96kmである。図のようにポロノイ図で示されるような施設間の垂直2等分線の境界となっている。図3は同様な地域に1から23箇所までの施設を配置した場合の利用人口を示した。図のように指数関数で施設数が多くなるほど減少している。3箇所の場合利用人口が施設によって大きく異なっている。図4は、配置施設数と利用距離の関係を示す。10箇所以上になると最大距離が一定になっている。これは地形の影響で郊外の集落の存在によるものである。

図5は中学校23校の配置計算結果である。図6に示す計算と実際の校区は類似している。学校用地の取得などの問題から校区境界近くに学校が存在しているが、計算に近い校区であることは校区が先行して決定されたものと推定される。図7は学生の計算と実際の数の関係を示す。本研究の計算方法は有効であるが、さらに、理論的で計算速度の早い数値的方法の適用について検討を加えている。

参考文献 1) 土木学会西部支部講演概要集, pp.662-663 (1997)