

IV-80

都市活動の最適配置パターンの法則性に関する考察

関西大学工学部 正員 吉川和広 京都大学工学部 正員 奥村 誠
建設省 正員 吉田秀範

1. はじめに

本研究では、都市活動が相互に影響を及ぼし合うことに着目し、複数の活動を空間的にうまく配置することにより様々な都市問題を回避することを考える。具体的には、活動間の相互作用の総和を最大にするという問題を定式化し、遺伝的アルゴリズムにより最適配置パターンを求め、その法則性を明らかにする。

2. 最適配置問題の定式化

本研究では、地域全体に活動を割り当てたとき実現される相互作用の総和が最大となるような活動の配置パターンを求めるという問題を考える。活動 i がゾーン j に配置されているとき1、そうでないとき0をとる 0-1変数 x_{ij} を用いて活動の配置を表現する。また、ゾーン j の活動 i がゾーン q の活動 p に対して与える影響 c_{ijpq} は、活動の組み合わせ (i, p) と相互の距離 d_{jq} によって決まると考える。距離による効果の減衰の仕方が、活動の組み合わせと効果の種類により異なることが本問題の特徴である。本問題は、2次割当問題として以下のように定式化される。

$$\max \sum_{ij} \sum_{pq} c_{ijpq} x_{ij} x_{pq} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{s. t.} \sum_i x_{ij} = 1 \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum_j x_{ij} = K_i \quad \left(\sum_i K_i = N \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{and } x_{ij} = 0 \text{ or } 1 \dots\dots\dots (4)$$

$$(i, p = 1, 2, \dots, n) \quad (j, q = 1, 2, \dots, N)$$

具体的に想定する都市空間として、 $8 \times 8 (=N)$ 個のメッシュで等分割した一辺 2 km の正方形の地区を考え、住居、個人サービス、公共サービス、企業サービス、運輸流通、現業、空地という7つの活動を、それぞれ、18, 8, 3, 6, 7, 12, 10 (K_i) 個ずつ地区に配置することとした。

この問題に遺伝的アルゴリズム (GA) を応用して最適解を求めることとする。

3. 活動間の相互作用の設定方法

上式の活動間の相互作用効果 c_{ijpq} は、①取引関連施設が近接することにより交通の利便性が向上するという形でもたらされる「取引の効果」、②複数の主体が協力して活動を行うことにより施設の共同利用、あるいは景観、連帯性の形成が可能となる「共存に関する効果」、③他の活動の環境を悪化させる「負の効果」という3種類の効果が重ね合わせられたものであると考える。3つの効果それぞれの大きさは、活動の組み合わせごとに0から10までの値を設定している。なお、取引の効果の大きさは、パーソントリップ調査をもとに単位敷地面積当たりの活動間トリップ数を用いて設定した。

取引・共存・負の効果のどれを重視するかによって望ましい配置パターンは異なる。そこで、3つの効果に対する重み (w_1, w_2, w_3) を何通りか与えて最適配置パターンを求め、重みの設定の仕方によって配置がどのように異なるかを考察した。その例を図-1に示す。各配置パターンにおける3つの効果の値を求めた結果、効果間にはトレードオフの関係が強くみられる。図-2は、いろいろな重みの設定のも

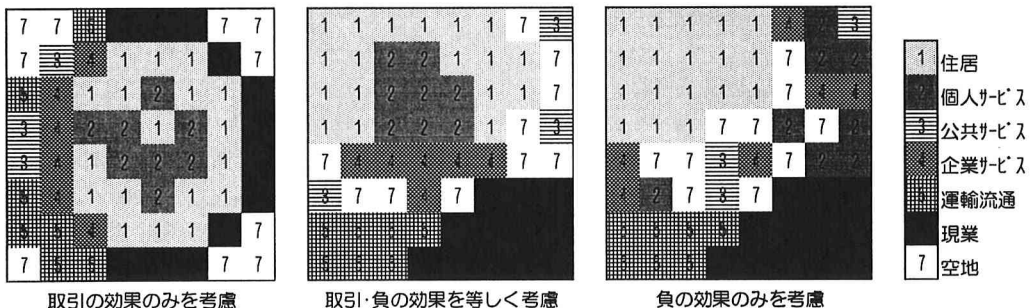


図-1 GAによる最適解(最適配置パターン)の例

とでの取引の効果の評価値を三角図表に表現したものである。1つの効果を重視しすぎると、他の効果が犠牲となる一方で、その効果の向上があまり見られなくなることがわかる。よって、3つの効果に対する重みをほぼ等しく与えることが望ましいことがわかった。

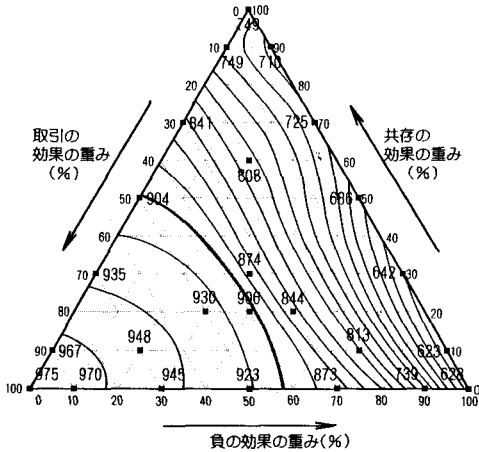


図-2 取引の効果の値の変化

4. 分布指標を用いた分析

本研究では、活動の配置パターンの特徴を表す3つの分布指標、すなわち、純化の指標、異種の活動間の平均距離、活動間の隣接数を算出する。このうち純化の指標は、ある活動の周長当たりの面積の平方根として定義する。目的関数の重みの設定方法によりこれらの指標がどのように変化するかを調べることで、設定した目的に応じてどのような配置をすればよいかを知ることができる。住居の純化の指標の変化を三角図表に示したものが図-3である。他の活動に対する指標の変化も合わせると次のようなことがわかった。

(1) 取引の効果を多く考慮するにつれ住居は徐々に分散する。住居と空地を除いた活動は、取引、もしくは負の効果を重視したときのみ分散するほかは、固まって存在する傾向がある。また、空地は一般的に分散する傾向がある。

(2) 異種の活動間の平均距離は、特に取引の効果に対する重みの変化に対応して変化する傾向がある。その際、取引関係の強い住居と個人サービスの距離が最初に決まり、その結果が住居と他の活動との関係における平均距離を支配しているものと推測される。

(3) 住居と他の活動との相隣関係について、取引の効果を重視すると個人サービスとの隣接数が増加し、運輸流通と現業との隣接が生まれる。共存の効果を考慮すると住居と公共サービスが隣接する。また、共存・負の効果を重視すると住居同士の隣接数が増加して住居は純化する。

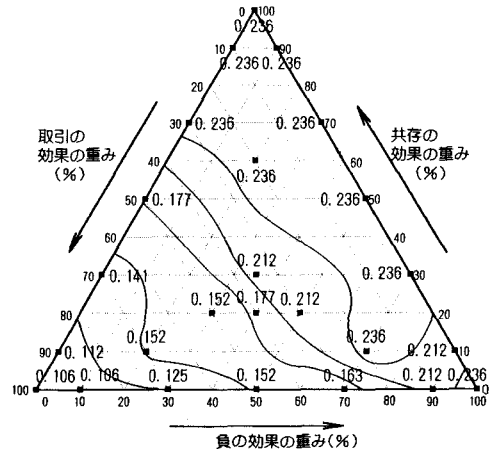


図-3 住居に関する純化の指標の変化

さらに、分布指標と3つの効果の値の関係を調べることで、配置のパターンに対して3種類の効果がどの程度得られるのかを知ることができる。その一例を図-4に示す。この分析から得られた結果は以下の通りである。

(1) 運輸流通、および現業をそれぞれ固める配置の効果が大きい。住居と現業、および住居と企業サービスが分離している配置の効果が大きくなる。

(2) 住居、企業サービス、および空地を分散させ、住居と個人サービスを近接させることにより、取引の効果は大きくなるが、共存・負の効果には悪い影響を与える。

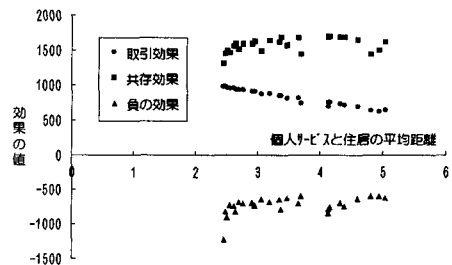


図-4 住居と個人サービスの平均距離と効果の値の関係