

東京工業大学 正員 肥田野 登
東京工業大学 正員 ○榎谷 博光

1. はじめに

現行都市計画法制下の土地利用計画において、市街化区域・市街化調整区域の区分(線引き)及び地域地区指定(色塗り)は、市街地の範囲及び都市的土地利用の配置を規定するものとして、主要な役割を担っている。特に大都市周辺地域においては、人口増加、あるいは交通施設等の基盤整備に伴う土地利用変化に対応するため、線引き・色塗りの見直しが重要な都市計画課題となっている。

しかしながら、従来の見直し作業は、計画者の勘に頼ったもので、客観性に乏しく、説得力がないといった批判がなされ、合理的な計画立案手法の開発が望まれている。このような問題に対するひとつのアプローチとして、所与の規範のもとでの最適な土地利用配置を数理計画的に求めるための研究があるが、線引き・色塗りといったミクロなレベルで、しかも土地利用の相互作用を同時に扱ったものはほとんどない。

本研究では、国土院の細数値情報に代表されるような細かい土地利用データを前提とし、100mメッシュ単位で土地利用の相互作用を考慮しつつ、その最適配置を求めるためのモデルを作り上げることを目的とする。

2. 最適化モデルの定式化及び解法

本研究では、市街地の拡大が予想される都市近郊部において新規の土地利用の配置を既存土地利用との相互作用を考慮しつつ最適化することを考えている。

(1) 目的関数の考え方

都市の土地利用計画の究極の目的は土地資源の最適利用であるが、これには立地者の効用最大化、総交通費用最小化、都市基盤施設の整備効率最大化等、様々な視点が存在する。本研究では、これらのうち、対象地域内の立地者が土地から得る効用の総和を最大化するという視点に立つ。ここで、効用とは、ある土地を住宅として利用する人の満足度や、そこで企業を営む人の利潤等を総称したものであるが、一般にこのよ

うな意味での効用は、長期的には全て資産価値に転換するものと考えられるから、ここでは効用の尺度として資産価値評価額を用いる。

土地利用を住宅、商業、工業という分類で捉えた場合、これら相互が近接することにより種々の影響を及ぼし合うことはよく知られている。例えば、正の影響として買物利便、集積による営業上あるいは環境上のメリット、負の影響として営業上の過当競争や環境悪化といったものがそれぞれある。

ここで考える資産価値評価においてもこれらの相互作用が適切に表現されることが必要である。本研究では、このような相互作用を含めて、土地の細かい差異を表現しうる手段として、次に述べるような不動産鑑定評価法による標準地比較方式を採用する。

表-1 目的関数と制約条件式

目的関数	$\text{Maximize } V ;$ $V = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij}^{kl} x_i^k x_j^l + \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^n B_i^k x_i^k + C$
需用面積制約	$\sum_{i=1}^n x_i^1 = D_1$ $\sum_{i=1}^n x_i^2 = D_2$ $\sum_{i=1}^n x_i^3 = D_3$
開発可能面積制約	$x_i^1 + x_i^2 + x_i^3 \leq S_i \quad \text{for } i=1, \dots, n$
(記号の意味) x_i^1 : 土地 i に新規に配置される住宅面積 x_i^2 : 土地 i に新規に配置される商業面積 x_i^3 : 土地 i に新規に配置される工業面積 D_1 : 新規住宅需要総面積 D_2 : 新規商業需要総面積 D_3 : 新規工業需用総面積 S_i : 土地 i の開発可能面積 A_{ij}^{kl}, B_i^k, C : 定数	

(2) 目的関数の定式化

標準地比較方式とは、標準地(地面 $=P_0$)との比較によって当該地(i)の地価(P_i)を評価するもので、

$$P_i = P_0 (1 + \alpha_1^i)(1 + \alpha_2^i) \cdots (1 + \alpha_n^i) \quad (1)$$

と表わされる。ここで $\alpha_1^i \cdots \alpha_n^i$ は標準地と当該地について、地価形成要因の評価値を比較することによって得られる係数で、「土地価格比準表」に標準的な値が示されている。本研究では100 mメッシュ単位の分析で意味ある要因として、例えば住宅地については、①鉄道駅への接近性、②幹線道路・工場からの騒音影響、③買物利便性、④周辺住宅地の性格(低層か中高層か)の4つを用いている。

さて、(1)式における係数は通常1に比べて十分小さいので、これを一次式に近似し、さらに、土地利用間の相互作用の大きさではそれぞれの土地利用面積に比例するものと仮定すると、最大化すべき対象地域内での総資産価値(V)は、表-1に示すような2次形式で表現することができる。

(3) 制約条件

上記の最適化問題の制約条件としては、需要面積、開発可能面積、面開発事業、都市基盤施設の整備、土地利用に関する自治体の方針、といったものが考えられるが、本研究ではこれらのうち、表-1に示すような需要面積制約と開発可能面積制約を設定した。前者は、新規に配置される住宅、商業、工業それぞれの土地面積の総和が、人口・経済フレーム値より求められる新規需要面積に一致するというものである。一方、後者については、各メッシュの都市的未利用地から、①土地保全に関する諸法律の指定区域、及び②地形・地質条件から開発が不可能な区域を除いた面積を、各メッシュの開発可能面積として与えている。

(4) 解法

(1)~(3)に示した最適化問題を、ひとつの市町村全域にわたって100 mメッシュ単位で解こうとすると、変数が数千にもなり、一度に解くことは困難である。そこで、本研究では次に示すように問題を2段階に階層化することにより、解法の合理化を図る。すなわち、先ず第一段階として500 mメッシュ単位で最適化(変数は数百個)を行ない、次にこの解を需要面積制約にして、各500 mメッシュごとに、100 mメッシュ単位での最

適化(変数は75個)を行なう。この場合、各500 mメッシュごとに独立して扱うため、周辺も含めて同時最適を達成するため、次のような繰り返し計算による調整を行なう。すなわち、まず周辺メッシュの既存土地利用のみを前提として最適化を行なう。そしてこの解を前提として最適化を行なう、というプロセスを、解が安定するまで繰り返す。

3. 適用性の検討

埼玉県新座市のデータを用いて本モデルの適用性の検討を行なった。計画目標年を昭和70年に設定し、現況土地利用データとしては、主として国土地理院の細密数値情報(昭和54年)を用いた。

ここでは次の2つの視点から検討を行なった。

① 資産価値評価式(1)における $\alpha_1^i, \alpha_2^i \cdots$ 等の係数の変化に対する解の安定性。

② 実用性という観点からみた演算時間の妥当性。

まず①に関しては、資産価値評価に最も大きく影響する鉄道駅への近接性について、係数を変えながら解の変化をみたところ、係数の変化が50%程度までは解が安定した。次に②については、最適化計算に要する演算時間は数十秒(HITAC M-280Hを使用)で、実用上の支障はないと考えられる。

計算結果のグラフィック出力例を写真-1に示す。

4. 結論

本研究では、総資産価値最大化という規範のもとで都市的土地利用の最適配置を求めるための数理計画モデルを定式化し、階層的な解法によって都市全域について100 mメッシュ単位で最適解が得られるようにした。本モデルによる最適解は、線引き・色塗りの見直しにあたり、基礎的な情報を提供しうるものとする。

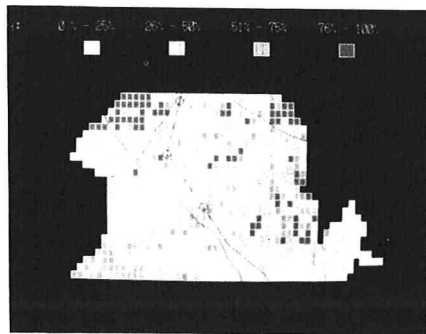


写真-1 住宅配置結果 (新座市中央部)