

IV-79

最適土地利用計画モデルの構築とその適用について

(株)パスコ 正員 白 泰晃 九州大学 正員 樗木 武

1. はじめに^{1, 2)}

土地利用計画は、都市計画の基本をなすものの1つで、土地を合理的かつ有効適切に利用することを目的とするが、そのことを実現する手段として用途地域制がある。これは、都市施設および市街地開発事業に関する計画と一体的に判断し、また他の地域地区制を適切に組み合わせ、建築物の用途、容積、形態等に関する規制を定め、都市の健全な発展を図らんとするものである。しかしながら、都市化の進展と共に、地価の高騰、都心の空洞化、住環境の悪化等土地利用計画の目的と相反する種々の問題が生じており、土地利用計画の役割が十分に果たされているとはいえない。

上述の都市問題を解決するため、1992年に都市計画法および建築基準法が改正された。今後は、これら改正法に定められた用途区分に基づいて用途指定の見直しが行われることになる。その際、当該地域の土地利用状況、建物の現状等を調査し、それらの現況および将来に対して十分配慮した上で、用途地域の見直し、或いは指定を行う必要がある。しかし、これらの作業は多大の費用と労力を要するため、少数の専門家の知識ベースに基づいて行うことは決して容易ではない。

そこで本稿は、考慮すべき諸条件を満足させながら、極力恣意的な操作を排除し、客観性ある用途地域の指定に関する計画代替案の作成のためのモデルの構築とその適用を試みるものである。

2. モデルの構築^{3, 4)}

用途地域を指定する際に考えるべき条件および目的を拾い出せば、以下のとおりである。

(1) 土地利用内容との適合性

$$\text{Mini. } Z_1 = \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} X_{ik} \sum_{l \in L} (U_{il} - \lambda_{kl})^2 \right) \quad (1)$$

(2) 隣接ゾーンとの整合性

$$\text{Max. } Z_2 = \sum_{i \in N} \left\{ \sum_{j \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{l \in L} (X_{ik} X_{jl}) R_{kl} \right) \right\} \quad (2)$$

(3) 幹線道路との関係

$$\text{Max. } Z_3 = \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} (X_{ik} \alpha_{ka}) \right) \quad (3)$$

(4) 都心、副都心からの距離との関係

$$\text{Max. } Z_4 = \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} (X_{ik} \delta_{ka}) \right) \quad (4)$$

また、用途地域指定にあたって、考慮すべき制約条件は、以下のように考えられる。

1) 単一用途条件

$$\sum_k X_{ik} = 1 \quad (\text{for all } i) \quad (5)$$

2) 非孤立条件

$$\sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{l \in L} X_{ik} X_{jl} \right) \geq 1 \quad (\text{for all } i \text{ and } i \neq j) \quad (6)$$

3) 面積条件

$$\sum_{i \in N} X_{ik} a_i \geq A_k \quad (\text{for all } k) \quad (7)$$

以上から、最適用途地域設定のための数学モデルが次のようにえられ、多目的問題となる。

$$\left. \begin{aligned} \text{Min. } Z_1 &= \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} X_{ik} \sum_{l \in L} (U_{il} - \lambda_{kl})^2 \right) \\ \text{Max. } Z_2 &= \sum_{i \in N} \left\{ \sum_{j \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{l \in L} (X_{ik} X_{jl}) R_{kl} \right) \right\} \\ \text{Max. } Z_3 &= \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} (X_{ik} \alpha_{ka}) \right) \\ \text{Max. } Z_4 &= \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} (X_{ik} \delta_{ka}) \right) \\ \text{subject to} \\ \sum_k X_{ik} &= 1 \quad (\text{for all } i) \\ \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{l \in L} X_{ik} X_{jl} \right) &\geq 1 \quad (\text{for all } i \text{ and } i \neq j) \\ \sum_{i \in N} X_{ik} a_i &\geq A_k \quad (\text{for all } k) \\ \text{and } X_{ik} &= 1 \text{ or } 0 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

3. 解析のための数学モデル

4つの目的関数は、実際問題としてこれらを同時に満足させることは困難であり、妥協が求められる。これらを踏まえ、目的関数の扱いに関しファジィ理論のメンバーシップ関数を用いるもので、次式の通りである。

$$\left. \begin{aligned} \text{Maximize } \lambda_0 &= \text{Min}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4) \\ \text{s. t. } 1 - \frac{Z_1 - Z_{1L}}{Z_{1U} - Z_{1L}} &\geq \lambda_1, \quad \frac{Z_2 - Z_{2L}}{Z_{2U} - Z_{2L}} \geq \lambda_2, \\ \frac{Z_3 - Z_{3L}}{Z_{3U} - Z_{3L}} &\geq \lambda_3, \quad \frac{Z_4 - Z_{4L}}{Z_{4U} - Z_{4L}} \geq \lambda_4, \\ \sum_i X_{ik} &= 1 \quad (\text{for all } i) \\ \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{l \in L} X_{ik} X_{jl} \right) &\geq 1 \quad (\text{for all } i \text{ and } i \neq j) \\ \sum_i X_{ik} a_i &\geq A_k \quad (\text{for all } k) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \geq 0$$

$$X_{ik} \geq 0 (\text{integer}) \quad (\text{for all } i \text{ and } k)$$

4. 適用例

福岡市の博多区を対象とした適用例は図-1および図-2のとおりである。

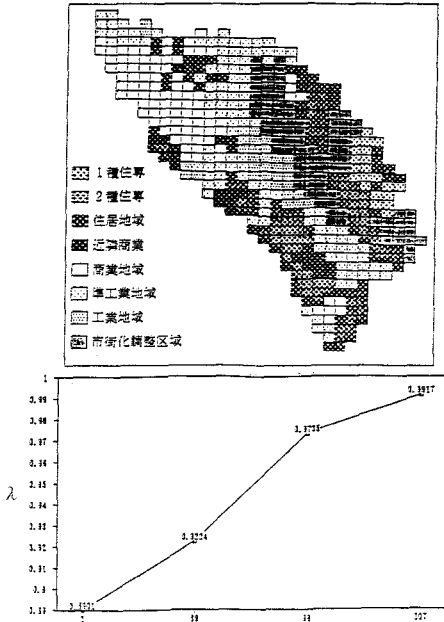


図-1 旧都市計画法に基づく計算結果

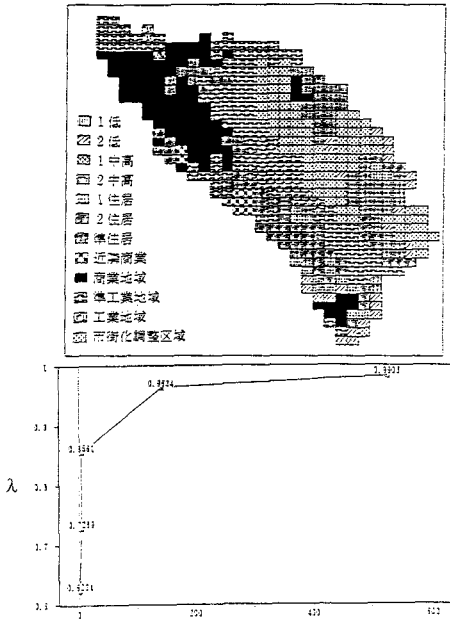


図-2 改正都市計画法に基づく計算結果

5. おわりに

主な成果を要約すれば以下の通りである。

(1) 目的関数として現状の土地利用との適合性、隣接関係、幹線道路との関係、都心・副都心からの距離的關係を、制約条件として単一用途条件、非孤立条件、面積条件を考慮した用途地域指定のための最適土地利用モデルを構築した。

(2) その際、現状の土地利用との適合を図るため、利用区分 l と用途区分 k との好感度評価を行い、現状の土地利用に符合するようにモデルを構築した。また、隣接ゾーンとの関係では、望ましい用途が隣接するようにするため、利用区分間の好感度評価指標 R_{kl} を導入した。

(3) 一方、土地利用に大きな影響をもたらすことが予想される幹線道路との関係を考慮するため、用途が i でかつ距離が d である確率を表す α_{kd} を導入した。 α_{kd} は、中心ゾーンに対する隣接ゾーンの関係行列から隣接行列のプール積により可到達行列を求め、用途地域ごとの幹線道路との関係とした。

(4) 都心・副都心からの距離が d でかつ用途が k である確率 δ_{kd} を求め、用途地域指定の時、都市形成過程の結果である現在の都市パターンをモデルに適用し、都心との整合性を図るモデルを構築した。

(5) 構築した用途地域指定モデルは、旧都市計画法および改正都市計画法による用途地域に対処したものであり、両者を用いた適用例によりモデルの有効性が明らかにできた。

参考文献

- 1) 榎谷、肥田：都市近郊地域における土地利用の最適配置モデル、第20回日本都市計画学会学術研究発表会論文集、PP.439-444、1985。
- 2) 清水、巖、中村：知識ベースに基づく用途地域支援システム、土木学会論文集、第425号/IV-14、1991。
- 3) 榎木・白・鐘江・野田：メッシュ・ゾーンの用途地域判別に関する研究、九州大学工学集報、第66巻、第3号、pp.155-163、1993。
- 4) 榎木・白・野田・小長：改正都市計画法における用途地域の階層的判別システムに関する研究、九州大学工学集報、第66巻、第6号、pp.577-584、