

用途地域指定のための最適土地利用モデルについて

九州大学 学生員 ○岡本 克士

九州大学 正 員 橋木 武

九州大学 学生員 白 泰晃

九州大学 学生員 野田 主馬

1. はじめに 1992年に都市計画法および建築基準法が改正され、今後はこの改正都市計画法に定められた新用途地域区分に基づいた指定の見直しが各地で行われる。しかし、この作業には当該地域の具体的な土地利用状況、建物の現状等の調査結果を用いて、それらの適正な解釈と判断が必要である。この問題に対応するため、用途地域を階層的に判別するモデルの構築¹⁾が行われている。しかし、このモデルでは判別確率が基準値を下回るゾーンが存在し精度的に問題が残る。そこで、本稿ではその判別確率の低いゾーンを非固定ゾーンと設定し、そのゾーンを対象に用途地域指定のための最適土地利用モデルの構築を行うものである。

2. 最適土地利用モデルの構築 最適用途地域指定のための数学モデルは、以下のように考えることができる。

$$\left. \begin{aligned} \text{Minimize } Z1 &= \sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} X_{ik} \sum_{j \in J} (U_{ij} - \lambda_{ij})^2 \right) \\ \text{Maximize } Z2 &= \sum_{i \in N} \left\{ \sum_{k \in K} \left(\sum_{j \in J} (X_{ik} X_{ij}) R_{kj} \right) \right\} \\ \text{Maximize } Z3 &= \sum_{i \in N} \left\{ \sum_{k \in K} (X_{ik} \alpha_{kd}) \right\} \\ \text{Maximize } Z4 &= \sum_{i \in N} \left\{ \sum_{k \in K} (X_{ik} \delta_{kd}) \right\} \end{aligned} \right\} (1)$$

subject to

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

$$\sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} X_{ik} X_{ij} \right) \geq 1 \quad (\text{for all } i, i \neq j)$$

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

and $X_{ik} = 1$ or 0

ここに、

U_{ij} : 現状あるいは将来予測においてゾーン*i*を土地利用区分*k*で利用している割合。(0 ≤ U_{ij} ≤ 1)

X_{ik} : ゾーン*i*を用途区分*k*で計画するとき1, そうでないとき0

N : ゾーン集合

λ_{ij} : 現在の用途区分*k*における土地利用区分*k*の面積構成比(平均値)

X_{ij} : 隣接ゾーン*j*の用途地域区分*k*

R_{kj} : 用途地域区分*k*と*j*との間の好感度性の評価指標

N_{ij} : *i*ゾーン周辺で直接隣接するゾーンの集合

α_{kd} : 用途*k*かつ距離*d*である確率

δ_{kd} : 用途が*k*でかつ都心・副都心からの距離が*d*である確率

A_k : 利用区分*k*の所要面積またはメッシュ数

a_i : ゾーン*i*の面積または構成比

目的関数 $Z1$ は土地利用内容上の適合性であり、ゾ

ーンの土地利用区分面積構成比と、実績に基づく用途地域ごとの土地利用区分面積構成比との差を算出しその総和が小さくなることを目的とする。 $Z2$ は隣接性で、隣接ゾーン間の関係をできるだけ好ましくするためのものである。 $Z3$ は幹線道路との関係性を示したもので、幹線道路を近くに必要とする用途地域は評価値が大きく、必要でない用途地域は小さくなる指標である。 $Z4$ は都心・副都心からの距離との関係で、 $Z3$ と同様の内容である。また、制約条件としては上から単一用途条件、非孤立条件、面積条件の3条件を採択した。実際問題としては、式(1)の目的関数を同時に完全に満足させることは困難であり何らかの妥協が必要となる。そのため、目的関数の扱いに関してファジィ理論を用いたモデル作成(式(2))を行った。すなわち、ファジィ理論におけるメンバーシップ関数を用い、式(2)に示す数学モデルを作成してλの値をできるだけ大きくすることとして目的間の妥協をはかるものである。

$$\text{Maximize } \lambda 0 = \min(\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4)$$

$$\text{subject to } 1 - \frac{Z1 - Z_{11}}{Z_{11} - Z_{11}} \geq \lambda 1,$$

$$\frac{Z2 - Z_{21}}{Z_{21} - Z_{21}} \geq \lambda 2, \quad \frac{Z3 - Z_{31}}{Z_{31} - Z_{31}} \geq \lambda 3,$$

$$\frac{Z4 - Z_{41}}{Z_{41} - Z_{41}} \geq \lambda 4, \quad \sum_i X_{ik} = 1 \quad (\text{for all } i) \quad (2)$$

$$\sum_{i \in N} \left(\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} X_{ik} X_{ij} \right) \geq 1 \quad (\text{for all } i)$$

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

$$\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4 \geq 0$$

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

本モデルは、目的関数ならびに制約条件式に非線形式を含む非線形計画問題となるが、その解法にシミュレーション法の適用が考えられる。

3. 適用例 本稿では、福岡市の博多区、中央区、城南区の3区(1000ゾーン)を研究の対象区域に設定した。既存の用途地域指定状況は図-1に示しておりである。判別関数¹⁾により算出された判別確率に照らし、ある用途になる確率について解の集合選定基準値を90%とした場合、複数の解の集合が得

られるメッシュゾーンを非固定ゾーンとした(137個:図-1の網掛けのゾーン)。この非固定ゾーンを対象に、本研究で定式化した全ての条件を用いて計算を行った。また λ 0値と計算回数を示したのが図-2である。 X_{ik} 値の乱数発生による1000回の繰り返し計算の結果、 λ 値は初めの可能解の出現で0.8655が得られたが、218回目には0.9885が得られた。 λ 値が更新されるほど解が改善され、近似最適解が得られるが、今回の計算では計6回の更新があり、満足すべき解が得られたといえる。

4. 考察 既存の用途地域と本モデルの最適解とを比較すると、表-1のとおりである。この表より、用途地域が最終的に変化したゾーン数は38であり、他のゾーンでは変化していない。変化したゾーン(表-1の網掛けの箇所)をみると、現況は準工業地域であったが最終的には商業地域や住居地域に変化しているゾーンが多い。これは、準工業地域は建築物の規制条件が緩やかであるため、多様な土地利用の状態が存在することなど、住居系や商業系の用途地域になりうる諸条件を含む可能性が高いためであると考えられる。また、本モデルの計算前は、用途地域の指定内容が孤立していたゾーンもあったが、計算後は孤立ゾーンもなくなるなど、隣接性、孤立条件等の諸条件を十分に満足する用途地域の指定ができたといえる。

5. おわりに 本法に基づく最適解が用途地域の指定を改善する方向に向かっていることが明らかになり、モデルの有効性が確認できた。なお今後は、改正用途地域12区分に適用できるように、本法の応用拡張が必要である。

【参考文献】1) 樗木・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,PP577-584,1993

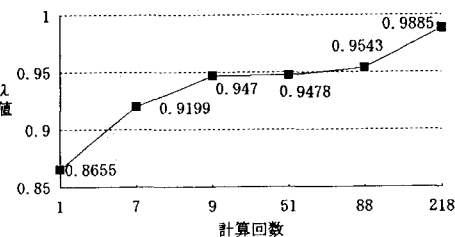


図-2 λ 値の推移

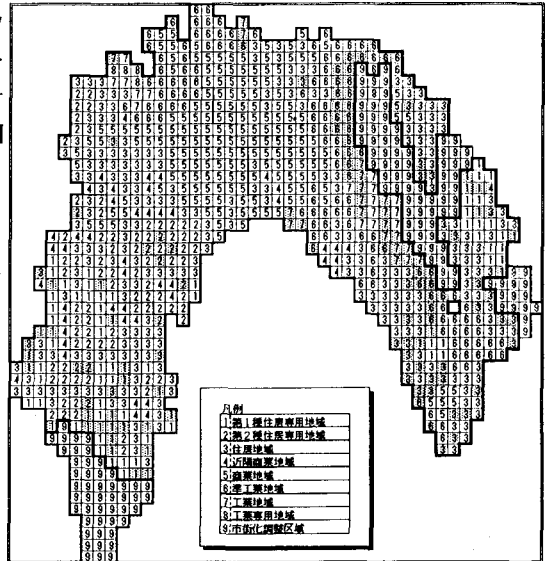


図-1 中央区、博多区、城南区の用途地域指定の現況

表-1 計算過程における用途地域指定の変動について

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
現況	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
1回目	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2回目	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
3回目	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
4回目	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
5回目	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6回目	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

番号: 非固定ゾーンを図-1の左上より右下へ順に数えたもの
用途地域の数字は図-1の凡例と同様