

名古屋大学工学部 正会員 河上省吾

名古屋大学大学院 学生員 森 利夫

1. まえがき

本報告の土地利用率決定のためのモデルは、建物・輸送施設・上下水道などの都市施設を建設、運営、維持するために要する経費が最小となるような用途地域の規模と配置を求めようとするものである。

2. 土地利用率決定モデル

このモデルでは、従来の研究および経験から得られた用途地域配置の基本原則により、都市内用地の大体の用途を決定し、その後各地区の都市施設の建設費および維持費を最小にする土地利用率を決定する。都市施設のための経費のうち用途地域の配置のいかんによって大きく影響を受けるのは、輸送施設、電気・ガス・上下水道などの供給施設の経費、輸送に伴う時間費用および用地費などである。したがって、土地利用率を決定する際の評価基準としては次式で定義されるKを用いることにする。

$$K = (\text{輸送量}) \times (\text{単位輸送費用}) + (\text{総輸送時間}) \times (\text{時間価値}) + (\text{用地面積}) \times (\text{地価}) + (\text{電気・ガス・上下水道の総延長}) \times (\text{そのものの単位長さ当り建設費}) \quad \text{..... ①}$$

輸送量としては便宜上自動車交通量を考えることにする。輸送量の推定は次のように行なう。まず、用途地域の面積 X_{ki} (バリエーション用途地域) を仮定し、交通量発生・集中原単位 h_k, a_k を乗じて発生・集中交通量 T_i, U_j を求める。そして(式*)によって地区間交通量 t_{ij} を計算する。また、用途地域の面積は都市活動のために必要な量が確保され (S_k)、同時に利用可能な面積 A_{ki} を越えないことが必要である。すなわち次式が満足されなければならない。

$$\sum_i X_{ki} \geq S_k, X_{ki} \leq A_{ki} \quad \text{..... ②}$$

以上のようにして輸送量が予測され、さらに輸送費用・地価・上下水道の総延長と建設費用などが与えられれば、総費用Kは次式であらわされる。

$$K = \sum_{i,j} t_{ij} r_{ij} C + \sum_{i,j} t_{ij} \frac{r_{ij}}{v} b + \sum_{i,k} X_{ki} C_{ki} + \sum_m L_m C_m \quad \text{..... ③}$$

ここに、C: 輸送費, b: 時間価値, v: 輸送速度, C_{ki} : 地価

L_m, C_m : 上下水道などの施設の総延長と建設費。

したがって、総費用を最小とする土地利用率を決定することは(式③)を条件式としKを目的関数としたL.Pの問題を解くことになる。L.Pの解が得られたとき $\sum_i t_{ij}$ および $\sum_j t_{ij}$ が与えられた都市活動を行なうために必要な発生・集中交通量 T_i, U_j に一致しているかどうか問題となる。

$$\sum_j t_{ij} = T_i, \quad \sum_i t_{ij} = U_j \quad \text{..... ④}$$

したがって上式が満足されるまでくり返し計算を行なう。

図-1に計算のフローチャートを示す。

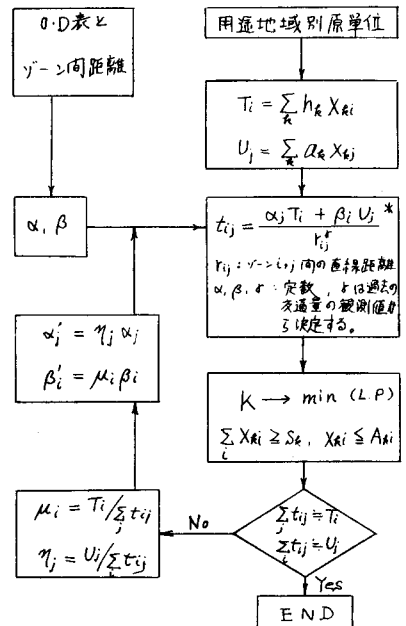


図-1

3. 適用例

用途地域の配置と規模のいかんによって大きく影響されるのは、輸送費用と輸送時間費用であり、その他の一般施設の建設費・維持運営費はその配置に関係なくだいたい一定であるとする。そこで、式③において $\sum_k X_{ki} C_{ki} + \sum_m C_m$ を一定とすれば目的関数 K は次のようになる。

$$K = \sum_{ij} t_{ij} r_{ij} c + \sum_{ij} t_{ij} \frac{r_{ij}}{v} b$$

ゾーンの数を n 、用途地域の数を m 、 $i = 1, 2, \dots, n$ とし、(式*)を代入すれば

$$K = \sum_{ij} \frac{\alpha_i \sum_k h_k X_{ki} + \beta_i \sum_m Q_m X_{mi}}{r_{ij}^2} \times r_{ij} \times c + \sum_{ij} \frac{\alpha_i \sum_k h_k X_{ki} + \beta_i \sum_m Q_m X_{mi}}{r_{ij}^2} \times \frac{r_{ij}}{v} \times b = \left(c + \frac{b}{v}\right) \sum_{ij} \frac{\alpha_i \sum_k h_k X_{ki} + \beta_i \sum_m Q_m X_{mi}}{r_{ij}}$$

c, v, b を一定とし、 $r_{ij} = r_{ji}$ 、またひとつのゾーンの発生・集中量は等しいことから $Q_k = h_k$ であるので、上式を展開すると以下になる。

$$\begin{aligned} K = & 2Q_1 \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{11}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{12}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{13}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{1n}}\right) X_{11} \\ & + 2Q_2 \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{21}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{22}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{23}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{2n}}\right) X_{21} \\ & + 2Q_3 \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{31}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{32}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{33}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{3n}}\right) X_{31} \\ & + \dots \\ & + 2Q_n \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{n1}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{n2}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{n3}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{nn}}\right) X_{n1} \\ & + 2Q_1 \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{11}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{12}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{13}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{1n}}\right) X_{12} \\ & + 2Q_2 \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{21}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{22}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{23}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{2n}}\right) X_{22} \\ & + \dots \\ & + 2Q_n \left(c + \frac{b}{v}\right) \left(\frac{\alpha_1 + \beta_1}{r_{n1}} + \frac{\alpha_2 + \beta_2}{r_{n2}} + \frac{\alpha_3 + \beta_3}{r_{n3}} + \dots + \frac{\alpha_n + \beta_n}{r_{nn}}\right) X_{nn} \end{aligned}$$

次に、名古屋市を5つのゾーンに分け、名古屋市OD調査報告書(昭44)をもとにして、5つのゾーンの平均交通量発生・集中原単位と、くり返し計算により得られた α, β の値を表1、表2に示す。

表-1

	農林地区	住宅地区	公園緑地地区	教育・医療・厚生施設	工業地区	商業・業務地区	交通運輸施設	都市運営施設
交通量(台)	9619	631695	21283	83407	431470	976822	69029	39958
面積(ha)	21292	5275	738	1240	2014	1035	607	181
原単位	0.455	119.8	28.84	67.26	214.2	943.8	113.7	220.7

表-2

初めに与えた値	ゾーン 1	2	3	4	5
300 (α)	0.8653	3.443	1.579	3.011	3.101
300 (β)	0.8653	3.443	1.579	3.011	3.101

原単位として5つのゾーンの平均値をとったのは、同じ用途地域の原単位はその配置のいかんにかかわらず一定であるとしたためである。しかし、農林地区、公園緑地地区などはゾーンによるバラツキがかなり見られた。これは、同じ用途地域であってもゾーンによってその使用目的が異なるためと考えられる。また、発生集中交通量と原単位は商業・業務地区が最も大きい値を示している。

4. おわりに

この土地利用モデルを実際に都市へ適用しようとするとき、原単位の予測が困難なこと、時間費用・地価の予測が困難なこと、またどの程度の地域に対して有効であるかなどの問題点があり、今後の課題として残されている。