

IV-13 多目標を考慮した土地利用計画についての一考察

佐賀大学工学部 正会員 高田 弘
 “ “ “ 清田 勝
 “ “ “ 田上 博
 “ “ “ 学会員 中 島 正道

1. はじめに

佐賀市は佐賀県の経済・社会・文化の中心都市として発展しているが、特に近年の都市化・地方定住化時代の流れを受け、市街地の拡大が進行し、農地は宅地化され、また高密度の都心部からは人口が流出し、ドーナツ化現象を呈しているように思われる。増加した人口、及び都心部からの流出人口は周辺部に一様に分布するのではなく、偏った地区に集中する傾向がある。どのような要因が人口の増減に影響するのであろうか。著者等は次の3つ ①都心部へのアクセシビリティ ②地価 ③生活環境 を人口増減の重要な要因と考えた。そして、これらの要因をそれぞれ1つの目標と考え、各々の単独目標に従って配置した人口分布とこれらの目標と同時に考慮した2～3の配置を求め、比較検討を行うことにより、単一目標最適化による配置が如何にアンバランスな配置になるかを示した。最後に現実の配置が3つの目標から見た場合に、どのような位置にあるかを検討した。

2. 生活環境指数

生活環境は種々の因子から形成されているが、都心部へのアクセシビリティと地価は別個に扱うために生活環境因子から除外することとし、次の4つ ①通学(小学校)の安全性とアクセシビリティ ②買物の利便性 ③医療施設の充足度 ④公園・野外レクリエーション施設の充足度 を生活環境を表わす大きな因子と考えた。そして、それぞれに0～1までの得点を与え、それらを総合評価(算術平均)し、それを生活環境指数と呼ぶことにした。

3. 定式化と解法

3-1 定式化 (a) 目標関数 $\text{maximize } Z = [Z_1(x_1, \dots, x_n), \dots, Z_3(x_1, \dots, x_n)]$

$$Z_1 = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i}, \quad Z_2 = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{c_i}, \quad Z_3 = \sum_{i=1}^n e_i x_i$$

ここで x_i : iゾーンに割り当てられる人口

d_i : iゾーンから都心部までの平均距離

c_i : iゾーンの地価

e_i : iゾーンの生活環境指数

n : ゾーン数

(b) 拘束条件

ここで F_4 : 決定空間における実行可能解の集合で次のように表わされる。

$$x \in F_d$$

$$x_i \leq A_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$x \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = T$$

$$(x' = (x_1, x_2, \dots, x_n))$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

A_i : iゾーンの収容許容人口

T : 地域全体の人口増加+都心部からの流出人口

3-2 解法

非劣解(noninferior solution)を求める方法(generating法)はいくつか考えられるが、今回は拘束条件法を採用することにした。例えば、2目標問題(maximize $[Z_1, Z_2]$)の場合には、実行可能解の集合とnoninferior集合は図-1のように E_0, N_0 で示される。拘束条件法は2つの目標のうち1つ(例えば Z_2)を拘束して、他の目標(Z_1)を最大化することによって、単一目標問題に変換してnoninferior解を求める方法である。2目標問題の場合には次のように変換される。

$$\text{maximize } [z_1, z_2] \quad x \in F_d, \quad x \geq 0$$

↓

$$\text{maximize } z_1 \quad x \in F_d, \quad z_2 \geq L, \quad x \geq 0$$

ここで、 L は z_2 の最大値と最小値の間の任意の数(普通は最大値と最小値の間を何分割するかによって決まる数)

また、正しい noninferior 集合を太線で、拘束条件法によって求まる noninferior 集合の近似を点線で示した。

4. 佐賀市への適用

佐賀市は549年から555年までに約11000人増加し、その内市街化区域内での人口増加は約6600人、都心部からの流出人口は約5800人で合計12400人が周辺ゾ

ンに張り付いて来た。まず市街化区域のゾーン分割図を図-2に、各ゾーンの都心部へのアクセシビリティ、地価、生活環境指数を表-1に示した。次に拘束条件法によって求めた noninferior 解のうち代表的な解を図-3に示した。図-3から明らかなように3つの目標を同時に最大化することは不可能である。3つの目標のうち1つ(例えば z_2 (地価))を最大にしようとする

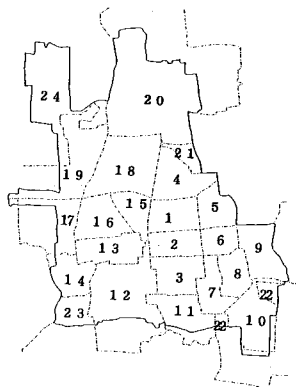


図-2 ゾーン分割図 (市街化区域)

小さくならざるを得ない。価値感が多様化している現在では、単一目標最大化の配置は全体的には受け入れられないと思われる。今、各目標を最大化することをあきらめて、少しずつ譲歩した解(4, 5, 6)を受け入れるならば、単一目標最大化の配置よりもずっとバランスのとれた配置になっていることがわかる。

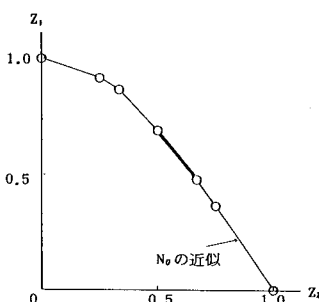


図-4 z_1 と z_2 の関係

いま生活環境を無視し、地価とアクセシビリティだけの関係を求めると図-4のようになる。両方の目標を同時に考慮した方が望ましい場合には、太線で示した部分の解を採用すればよいと考えられる。

実際の人口分布から z_1, z_2, z_3 と計算すると、 $z_1 = 0.05, z_2 = 0.53, z_3 = 0.69$ (各々の最大値を1, 最小値を0に基準化)になる。これは地価と生活環境を重視し、都心部へのアクセシビリティを犠牲にした配置になっているように思われる。

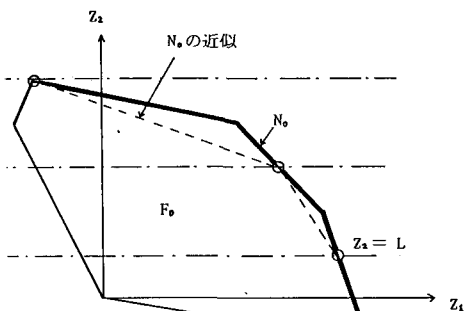


図-1 2目標問題の F_0 と N_0

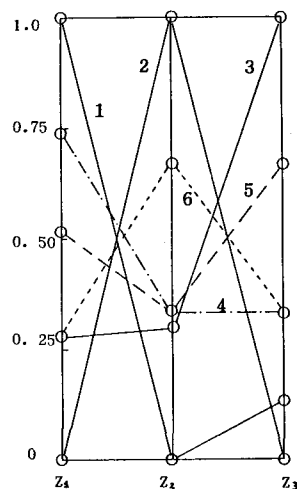


図-3 noninferior 解

ゾーン No	距 離 (Km)	単位地価 (万円)	環 境
1	0.75	2.69	0.688
2	0.38	5.64	0.750
3	0.90	1.96	0.855
4	1.98	1.90	0.495
5	1.70	1.15	0.063
6	1.45	1.77	0.543
7	1.70	1.68	0.418
8	1.98	0.96	0.000
9	2.30	0.78	0.000
10	3.00	0.67	0.370
11	1.75	1.15	0.500
12	1.98	1.52	0.293
13	1.60	1.40	0.480
14	2.65	0.43	0.000
15	1.58	1.38	0.688
16	2.50	1.09	0.625
17	3.20	0.89	0.158
18	2.75	1.05	0.875
19	4.25	0.89	0.375
20	3.88	0.73	0.793
21	2.38	0.80	0.000
22	3.25	0.66	0.000
23	3.13	0.70	0.148
24	6.25	0.48	0.438

表-1 各目標関数の係数ベクトル