

関西大学工学部 正 員
京都大学工学部 正 員

吉川和広 京都大学防災研 正 員 岡田憲夫
秀島栄三 京都大学大学院 学生員 ○榎 茂之

1. はじめに

都市内では新たな都市活動に対応するために大規模な開発プロジェクトが多く実施されている。先進的なプロジェクトでは地域冷暖房や自走式歩道のように将来有用と思われる機能が付加され、利用のあり方に多様性が認められる高次な基盤施設の整備が展開されている。このような高次基盤の整備に際しては、各立地主体の利用水準により適合し、かつ過度な費用負担のないようにすべきである。

利用の多様性によりよく応えるための方策としては対象地域を分割し、分割区域ごとに内容の異なる基盤を整備し、立地主体を振り分けることが考えられる。本研究ではこれをクラスター化整備と呼び、その最適な整備方法を明らかにする。具体的にはそれぞれの立地主体が基盤に対して要求する機能水準と実際に供給されるものの機能水準との乖離を求め、全ての立地主体について乖離を足し合わせたものを最小化する問題を定式化する。本稿では多様な要求を提示する立地主体を仮想したうえでの要求の分布に対する解析を行うとともに、既存資料を活用した事例分析を行う。

2. 整備水準の捉え方

「高次基盤」には①その存在の有無のみが問題となるもの、②能力に関して差が生じ得るものの2種類があるといえる。①を「0-1型」、②を「多値型」と呼ぶこととする。ケーブルテレビ、テレビ会議システムなどは0-1型に当たり、公開空地、自走式歩道などはその性能に段階があると認められるので多値型に当たる。整備水準の値は、多値型ではその性能を表す値となり、0-1型ではそれを必要とすれば1、不必要であれば0として表現される。以下ではこれらの整備に際して規定の分割数のもとに整備水準の乖離を最小化するモデルを定式化する。

3. モデルの定式化

分析の対象とする場面として、「立地予定の主体がN個」おり、「対象地域をn分割」することにより、「P種類の高次基盤」に関する乖離を最小化するように整備が行われる都市開発プロジェクトを想定する。理

解を容易にするためまずは多値型として扱われる高次基盤について定式化を行う。

立地主体の集合をJとおく。ある立地主体j ($j = 1, 2, \dots, N) \in J$) の要求水準 x_{Dj} はP種類の基盤に対するものであるため $P \times 1$ ベクトルとして表される。これは各主体にとっての最適な水準であるが、実際に供給される水準がこれを上回れば活動効率に見合わない家賃を支払うこととなり、また下回れば能力を最大限活用することが不可能となるためである。

供給される整備水準 X ($P \times 1$ ベクトル)はこの x_{Dj} に等しいものであるとは限らない。立地主体jの要求 x_{Dj} と実際の整備の水準 X との乖離を ε_j とおくと、整備者はなるべく多くの立地主体の要求に対応することを考え、この乖離の全立地主体についての総和を最小化することを目的とする。

$$\varepsilon_j = |X - x_{Dj}| \quad (1)$$

$$\text{MINIMIZE } \sum_j \varepsilon_j \quad (2)$$

ここで開発地を空間的に分割し、分割された区域ごとに異なる水準の整備を行うクラスター化整備を考える。なお、分割された区域をクラスターと呼び、クラスター c_i ($i=1, 2, \dots, n$) で供給される整備水準を X_{c_i} とおく。対象地域をn個のクラスターに分割するとき、立地主体jは各クラスターの整備水準 X_{c_i} の内でもその要求水準 x_{Dj} との乖離が小さいクラスターに割り振られるものとし、集合Jもn個に分割される。クラスター c_i に割り振られた立地主体の集合を J_{c_i} ($i=1, 2, \dots, n, J_{c_i} \subset J$)とおく。すなわちここで立地主体jは式(3)の判定を行っている。

$$\text{MINIMIZE } |X_{c_i} - x_{Dj}| \quad (3)$$

$$X_{c_i} (i=1 \sim n)$$

整備者の最適化行動は、集合Jを適当にn分割することと、各分割集合 J_{c_i} に対する最適な供給水準を決定することを同時に行うことである。式(4-A)、(4-B)のように定式化される。

$$T = \sum_{c_i} \sum_{j \in J_{c_i}} |X_{c_i} - x_{Dj}| \quad (4-A)$$

$$\text{MINIMIZE } T \quad (4-B)$$

$$X_{c_i} (i=1 \sim n)$$

高次基盤が複数であれば目的関数Tは多次元になる。各種の基盤の間で整備水準を表す数値の一般的な範囲が異なるため、それぞれに対するウェイトを導入する必要がある。基盤の種類pに対するウェイトを w_p とすると目的関数は式(5-A)、(5-B)のようになり、この最適化問題を解くことにより立地主体の要求に対応する最適な供給水準の値が判明する。

$$T = \sum_{c_1} \sum_{j \in c_1} \{w_1 |X_{1c_1} - X_{1j}| + \dots + w_p |X_{pc_1} - X_{pj}|\} \quad (5-A)$$

$$\text{MINIMIZE } T \quad (5-B)$$

$$X_{1c_1}, X_{2c_1}, \dots, X_{pc_1} \quad (i=1 \sim n)$$

一方、0-1型のモデルでは解としての供給水準が0もしくは1である必要がある。すなわちP種類の高次基盤に関する供給水準はP次元空間上の2のP乗個の点の中からn個の組合せとして選択される。

供給水準を表す点を kc_i ($i=1, 2, \dots, n$)、点 kc_i と立地主体jの要求水準を表す点を j とおき、両者の乖離を $\text{dis}(j, kc_i)$ と表す。分割数分の kc_i を初期条件として与え、各点jから一番近い供給水準の点までの距離 l_j をjについて総和する。これが最小となるときの kc_i の組合せが最適な供給水準の組合せとなる。

$$L_j = \min_{c_1} \{ \text{dis}(j, kc_1), \dots, \text{dis}(j, kc_n) \} \quad (6)$$

$$\text{MINIMIZE } \sum_j L_j \quad (7)$$

$$kc_i (i=1 \sim n)$$

4. 連続分布を仮定した多値型モデルの解析

ある要求水準 ($x_1, \dots, x_p$) をもつ主体数がF個 ($F = f(x_1, \dots, x_p)$) 存在する場面を考える。式(5-A)、(5-B)に対し水準がとる値の連続性を仮定し、分布を理想化する。このとき目的関数は式(8-A)、(8-B)のようになる。

$$T = \sum_i \int_{C_1} f(x_1, \dots, x_p) \times \{w_1 |X_{1c_1} - x_1| + \dots + w_p |X_{pc_1} - x_p|\} \times dx_1 dx_2 \dots dx_p \quad (8-A)$$

$$\text{MINIMIZE } T \quad (8-B)$$

$$X_{1c_1}, X_{2c_1}, \dots, X_{pc_1} \quad (i=1 \sim n)$$

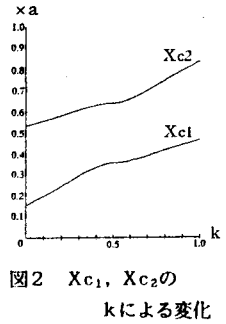
これに対し仮想分布を与え解析解を求める。簡単のため1種類の高次基盤に関する2クラス化($P=1, n=2$)の場合について分析する。要求の分布は図1のような三角分布とし、頂点の位置によ



図1 三角分布

る解の違いを観察した。

図1は横軸が整備水準の値を表しており、縦軸がその整備水準を要求する主体数すなわち要求度数を表している。この要求分布に対する各供給水準値 X_{c1} 、 X_{c2} はそれぞれ $k=0.2866, 0.5, 0.7133$ を境界として異なる関数により表される。(図



2) これらの供給水準値は要求水準の最大値aおよび最多数数(頂点)bに無関係となっている。

またkの値によるクラスター c_1 に属する主体数の変化を調べると全主体数をB個としたとき図3のようになる。これより2クラス化の場合には各クラスターに属する主体の数がほぼ等しくなるよう供給水準を決定することが最適であるということがわかる。これは3角分布が単峰型の分布であったことによるものと考えられる。

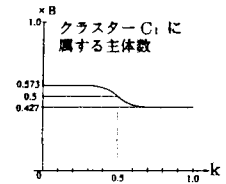


図3 c_1 に属する主体数のkによる変化

5. りんくうタウンを対象とした事例分析

大阪府南部で現在開発が進められている「りんくうタウン」のデータ*に本モデルの適用を試みる。

表1 モデル適用結果

基盤内容	クラスター数		
	1	2	3
テレビ会館	×	○	×
データ通信システム	○	×	○
ビル群管理システム	○	×	○
乖離の総和	271	91	59

商業業務用途の立地希望主体に絞り、数種の高次基盤の必要性に関する回答を用いた、0-1型として表現される3種類の基盤に対し、クラスター数を変化させ、乖離の総和の変化をみた。表1に示すとおり実際の場面におけるクラスター化整備の有効性が確認される。

基盤内容	クラスター数		
	1	2	3
ビデオテックス	×	○	×
ケーブルテレビ	○	×	○
テレビ会館	×	○	×
乖離の総和	268	72	40

*「土地分譲予備申込」/大阪府企業局、(財)関西空港調査会：南大阪湾岸立地調査、1989