

(23) メッシュデータを用いた地域環境の表示システムについて

ON THE INDICATION SYSTEM OF REGIONAL ENVIRONMENT USING BY MESH DATA

大泉 滋\*, 永野 孝一\*\*, 金安 公造\*\*\*  
OIZUMI Shige, NAGANO Takakazu, KANEYASU Kozo

ABSTRACT: Authors developed a dialogical computer graphic system for personal computer(PC-9801) which displays the environmental situations of any meshes in the local areas evaluated by the following equation;

$$V_0 = \sum W_i V_i$$

where,  $V_0$ : total evaluation value,  $W_i$ : weight of i item,  $V_i$ : evaluation value of i item.

Evaluation value of each item is scaled by the value function using data of each mesh in the area. This system is applied for three areas in the middle part of HOKKAIDO, and three methods used to determine the weight of item.

KEYWORDS: mesh data, total assessment, regional environment, computer graphic system,

1. はじめに

現在、地域の振興のためにさまざまな計画が策定されている。地域振興の方策には、地域住民の経済的、社会的な生活水準を向上させる目的で、工業立地や農業開発、リゾート開発などさまざまなものがある。また、振興策の策定には、市町村レベルから都道府県あるいは国が関係するようなレベルまであり、地理的スケールや時間的スケールが大きく異なっている。

しかし、これらの地域振興策をはじめとするいろいろな地域計画には、その策定手順や考慮すべき事項について共通する部分が多い。その中で、現在のさまざまな情報から今ある地域の姿をとらえ、そこから未来を想定していくこと、つまり、現在の物理的、社会的な地域の特性を十分に把握して、地域に根ざした振興策を設定していくことが重要である。さらに、環境への配慮も欠くことのできない重要な視点の一つとなってきた。

そこで、本研究では、地域の環境を把握するために収集されているメッシュデータを用いて、現在の地域の環境や今後のいろいろな行政施策あるいは民間の開発行為が地域の環境にどのような影響を与えるのかを総合的に評価できる対話型のシステムを開発した。また、このシステムを用いて、リゾート開発や都市化地域の拡大などが地域の環境に与える影響を評価する手法についての適用を試みた。

2. システムの構成と研究の特徴

2.1 システムの構成

本研究でのシステムの流れは、図1のようになる。対象地域をメッシュに区切り、メッシュ単位でデータ

\* 北海道大学大学院環境科学研究科 Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

\*\* 都市環境研究会 Research Group of Urban Environment

\*\*\* 北海道大学工学部衛生工学科 Department of Sanitary Engineering, Hokkaido University

を収集し、それぞれの項目の特性から、得られたデータを加工、選択し、メッシュの代表値とする。本研究では、国、北海道等の行政機関で収集したメッシュデータを用いた。

次に、メッシュごとにいくつかの項目の総合化をはかる。まず、後述するように項目別の評価関数を作成し、各メッシュの各項目ごとにこれらの評価関数を用いて、評価値を算出する。次に、項目間の相対的重要度を表わす重みを入力する。また、ディスプレイ上への計算結果の表示方法についていくつかのメニューを選択することができる。最後に、各項目の評価値と重みを計算し表示する。このときの総合化の方法は、重みづけ線形和を採用した。

解析にはパーソナルコンピューター（NEC PC-9801）を用い、TURBO-Pascalでプログラムを組むことにより対話型の処理を可能とした。

## 2.2 研究の特徴

本研究では、構築したシステムを南石狩、富良野大雪リゾート、苫小牧の三地域に異なる観点で適用を試みた。詳細は後述するが、それぞれの地域での適用方法の特徴は以下のとおりである。

### ①南石狩地域

この地域全体の土地利用について、都市的な利用、農地としての利用、自然環境の保全の3つを考え、それぞれに適しているメッシュを総合評価値で明示した。このとき、各項目の評価関数は直線的な関数および1-0で与え、重みは判別関数による数値を用いた。

### ②富良野大雪リゾート地域

リゾート開発が計画されている地域であり、その開発に適する地域と不適な地域を色分けした。ここでは、重みについて、開発の促進的な視点と自然環境の保全的な視点を考え、それぞれについてアンケート調査によって得られた値を用いた。

### ③苫小牧地域

苫小牧周辺に注目し、都市的な土地利用の可能な地域を選定した。評価関数は①の場合よりも詳細な評価関数、具体的には折れ線形の関数を設定し、また都市中心までの所要時間について独自に計測したデータを付加し、重みについては先見的に与えた。

## 3. 尺度化の方法

尺度化を行う方法として、評価関数法を用いた。これは、変数 $x_i$ を評価関数 $F_i$ によって価値尺度 $V_i$ に変換する方法である。これを式で表すと以下ようになる。

$$F_i(x_i) = V_i$$

評価関数としては、直線形のもの、折れ線形のことを考えた。価値尺度として最高を1、最低を0のものを考え、 $F_i(x_i) = 0$ となる $x_i$ を $x_0$ 、 $F_i(x_i) = 1$ となる $x_i$ を $x_1$ とする。この $x_0$ 、 $x_1$ での値を直線で結び、直線形評価関数を作成した。ここで $x_0 \geq x_1$ のとき、 $x_1 \geq x_0$ をみたす $x_i$ については $F_i(x_i) = 0$ 、 $x_1 \geq x_i$ をみたす $x_i$ については $F_i(x_i) = 1$ とする。

折れ線形関数の作成の手法としては、まず、直線形の評価関数と同様の要領で $x_0$ 、 $x_1$ を設定し、つぎにこの $x$ の変域内の $F_i(x_i) = 0.5$ をみたす $x_i$ をもとめ $x_{0.5}$ とする。次に同様に $F_i(x_i) = 0.25$ 、 $F_i(x_i) = 0.75$ をみたす $x_i$ をそれぞれ $x_{0.25}$ 、 $x_{0.75}$ とし、 $x_0 - x_{0.25} - x_{0.5} - x_{0.75} - x_1$ と直線で結ぶことによって、折れ線形の評価関数を作成した。

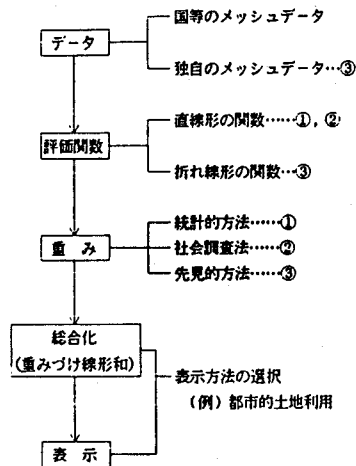


図1 システムのフロー

注) ①, ②, ③は適用した地域で操作したものを表している。

#### 4 項目の集約化

総合化のための項目間集約の方法は、加法形、乗法形、最大（あるいは最小）抽出といった3つの手法に大別することが出来る。本研究では、重みづけ線形和を採用した。

これを式に書くと以下のとおりである。

$$V_0 = \sum W_i V_i \quad \sum W_i = 1$$

$W_i$ : 重み  $V_i$ : 個別評価値  $V_0$ : 総合評価値

この方法によって項目間集約を行うには、係数すなわち重み $W_i$ を導出しなければならない。重みを求める手法としては1)先見的に与える方法、2)統計的方法、3)個人への直接質問による方法、4)集団への直接質問による方法の4つが挙げられる。

#### 5 研究の適用例

##### 5.1 南石狩地域

南石狩地域を行政区域で示すと苫小牧市、千歳市、恵庭市、広島町、早来町、追分町の3市3町全域である。この地域に該当する2063メッシュを評価の対象地域とした。

まず、評価の視点は、1)都市的土地利用評価、2)農地的土地利用評価、3)自然環境保全的土地利用評価においた。ここで、都市的土地利用評価は、建設の難易性、地盤の安定性等の条件を考慮して、農地的土地利用評価は、作物の生育性、耕作の難易性等の条件を考慮して、自然環境保全的土地利用評価では、希少な自然環境か否かに着目して、それぞれ評価した。

評価関数は、すべて直線形を用いた。また、各評価視点によって評価関数は異なるため、それぞれの評価視点ごとの評価関数を、最大傾斜を例として図2～4に示す。

重みづけの手法は、統計的方法を用いた。南石狩地域で用いたのは多変量解析のうち判別分析と呼ばれる手法である。判別分析は「ある程度重複する部分をもつ2つの母集団が与えられたとき、どちらかの母集団に属する新しいサンプルを誤って判別する確率ができるだけ小さくなるようなある関数を指定すること」であり、こうして得られた関数を判別関数と呼ぶ。メモリーの関係から、環境項目のうち最大7項目までを取り上げた。

##### 1)都市的土地利用評価

最大傾斜、地形分類、土壌分類、植生自然度、大気、騒音、人口の7項目を取り上げた。得られた判別関数を1-0間に基準化し、都市的土地利用評価得点を次式で算出する。

$$V_u = \{0.73 * (\text{最大傾斜}) - 0.02 * (\text{地形分類}) + 2.00 * (\text{土壌分類}) + 3.47 * (\text{植生自然度}) - 8.54 * (\text{NOx排出量}) + 1.41 * (\text{騒音特性}) + 14.76 * (\text{人口}) + 8.56\} / 30.93$$

##### 2)農地的土地利用評価

最大傾斜(度)の評価関数

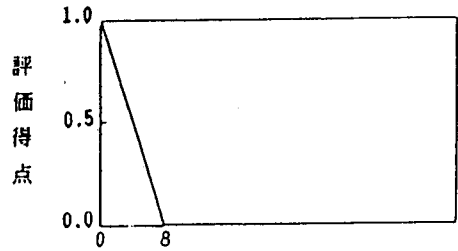


図2 都市的土地利用評価関数

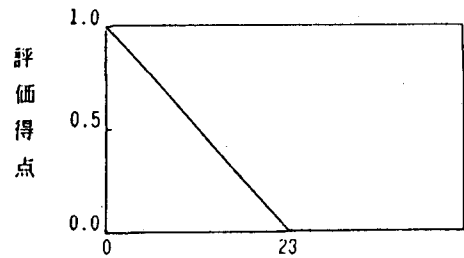


図3 農地的土地利用評価関数

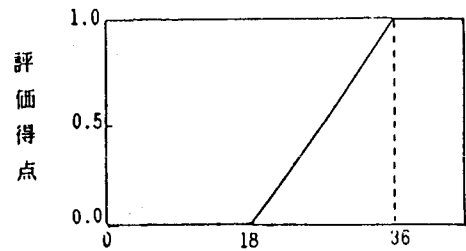


図4 保全的土地利用評価関数

最大傾斜、地形分類、表層地質、土壌分類、植生自然度、水質、人口の7項目である。得られた農地的土地利用評価得点は、次式で算出する。

$$V_a = \{0.66 * (\text{最大傾斜}) + 1.69 * (\text{地形分類}) + 0.07 * (\text{表層地質}) + 1.14 * (\text{土壌分類}) + 10.99 * (\text{植生自然度}) - 5.52 * (\text{BOD負荷}) - 0.44 * (\text{人口}) + 5.96\} / 20.51$$

### 3) 保全的土地利用評価

平均標高、地形分類、植生自然度、大気、水質の5項目である。評価得点は次式で算出する。

$$V_n = \{1.69 * (\text{平均標高}) + 4.66 * (\text{地形分類}) + 0.69 * (\text{植生自然度}) + 0.02 * (\text{騒音特性}) + 0.11 * (\text{BOD負荷量})\} / 7.17$$

評価の結果、現況の土地利用の説明度を表1に示す。説明度とは、評価が現在の土地利用を評価したメッシュの割合である。

表1 評価得点と現況土地利用との比較

| 評価視点      | 説明度   |
|-----------|-------|
| 都市的土地利用評価 | 19.0% |
| 農地的土地利用評価 | 8.7%  |
| 保全的土地利用評価 | 21.0% |

## 5.2 富良野大雪リゾート地域

対象とした市町は、富良野市、美瑛町、上富良野町、中富良野町の1市3町全域である。この地域は総合保養地域整備法の承認を受けた「北海道富良野・大雪リゾート地域整備構想」に含まれている。この地域に該当する1883メッシュを評価の対象とした。

評価関数の作成にあたっては、直線形の評価関数を用いた。

重みづけは個人への直接質問による方法を用いた。これは対象者の意識測定を基礎とする計量心理学的な方法である。物事を評価する際、立場によって評価が異なる場合が多い。特にリゾート開発の場合は、開発か、自然保護か、といったようにその違いは大きなものがある。立地適性を評価しようとする際の重みは、それぞれの立場を的確に表すものが望ましい。

ここで取り入れた立場は、一方は新長期総合計画の戦略プロジェクトで、リゾート連坦都市構想を挙げ、道内の各市町村のリゾート開発の推進役であり調整機関という立場である北海道庁の担当者であり、他方は環境保全の観点からリゾート開発に懸念を抱いている自然保護団体の立場の北海道自然保護協会の方々である。

質問の内容は、取り扱うメッシュデータ11項目の内容とそれぞれの評価関数を提示し、リゾート開発を計画する上で考慮しなければならないと思う順に、11項目の順位づけを行うというものとした。

以上の質問から得られたデータは次の手順により重みに変換した。

表2 各項目の重みづけ  $W_i$

まずはじめに対象者一人一人について順位を順位値に換算する。いま順位値を  $R_i$ 、順位を  $r_i$ 、項目数を  $n$  とすると

$$R_i = n - r_i + 1$$

で順位値が求められる。次に求められた順位値のデータから合成標準法を用いて間隔尺度値を求める。

項目  $S_j$  に順位値  $R_i$  が与えられたということは、 $S_j$  は  $R_i - 1$  個の他の項目より優れていると判定され、判定には  $S_j$  自体も含まれるので、 $R_i - 0.5$  の優位という判定が行われていたものとみなすことができる。N人に質問を行ったとき、 $S_j$  に順位値  $R_i$  の与えられた頻度が  $f_{ji}$  であるとするとき  $S_j$  に対

| 項目    | 北海道庁  | 自然保護団体 |
|-------|-------|--------|
| 平均標高  | 0.032 | 0.059  |
| 起伏度   | 0.025 | 0.000  |
| 最大傾斜  | 0.036 | 0.015  |
| 人口    | 0.000 | 0.095  |
| 地形    | 0.030 | 0.101  |
| 表層地質  | 0.109 | 0.110  |
| 土壌    | 0.057 | 0.099  |
| 植生自然度 | 0.233 | 0.227  |
| 断層    | 0.035 | 0.087  |
| 鳥獣保護区 | 0.188 | 0.112  |
| 自然公園  | 0.255 | 0.095  |

する優位の判定数は、 $f_{ji} (R_i - 0.5)$  である。これを  $S_j$  に与えられた順位値のすべてについて求め、これを合計すれば  $S_j$  に与えられた優位であるという判定の総数が得られる。これを  $C_j$  で表せば

$$C_j = \sum [f_{ji} (R_i - 0.5)] = \sum f_{ji} R_i - 0.5 \sum f_{ji} = \sum f_{ji} R_i - 0.5 N$$

総判定数は  $Nn$  であるから、優位であるという判定が  $S_j$  に与えられた比率  $P_j$  は

$$P_j = \frac{\sum f_{ji} R_i - 0.5 N}{N n}$$

で与えられる。次に  $P_j$  を正規分布の表により  $Z$  に変換し各項目の間隔尺度値が得られる。

間隔尺度値は数値の間隔が意味を持つもので、間隔が等しいことは状態の差が等しいことを意味する。そこで、間隔尺度値が最小の項目、すなわち 11 項目のうち 1 番低いという判定を受けた項目の尺度値を原点と定め、原点の尺度値と各項目の尺度値のそれぞれの差が、その項目が持つ重みの大きさと考えた。項目  $i$  の重み  $W_i$  は原点の尺度値と項目  $i$  の尺度値の差を  $d_i$  とすると

$$W_i = \frac{d_i}{\sum d_i}$$

で求められる。ここで  $\sum d_i$  は原点の尺度値と各項目の尺度値の合計である。

以上のようにして求めた重みを表 2 に示す。

評価の結果は総メッシュ 1883 のうちで異なる 2 つの立場による、評価の違いとして、表 3 に示す。

表 3 評価得点の大小のメッシュ数

|           |      |
|-----------|------|
| 道庁 > 自然保護 | 1646 |
| 道庁 < 自然保護 | 44   |
| 道庁 = 自然保護 | 193  |

### 5.3 苫小牧地域

南石狩地域の中で苫小牧周辺地域は都市的土地利用がかなり重要視されており、今後もこの傾向が続くと考えられる。そこで、さきに行った南石狩地域の総合的な土地利用評価より、視点を都市的な土地利用に絞って適用した。この例で考えた都市的土地利用適地域条件として、自然立地条件に問題がなく、職場と住居の距離が通勤限界内にあり、生活関連施設が整っていて、公害や災害に対して安全であることと考えた。

南石狩地域のうち、中心都市である苫小牧、千歳、恵庭の 3 市を選定し、これら 3 市の中心地までの所用時間を考慮して、627 メッシュを選定した。

また、都市的土地利用に関連すると考えられるメッシュ内の公共施設の有無を、5 万分の 1 の地図より拾い出し、1-0 データとした。また、対象となる地域（苫小牧市、千歳市、恵庭市）の中心駅（苫小牧駅、千歳駅、恵庭駅）はその公共性が強く、1-0 データだけでは不十分であるので、駅からの距離（4km, 8km, 12km）に応じて評価得点を与え、距離データとした。

尺度化の方法として、評価関数は、折れ線形のものを採用した。例として、最大傾斜の評価関数を図 5 に示す。

重みづけは、様々な立場から評価するために、ケーススタディとして重みの与え方を先見的に与える方法を試みた。

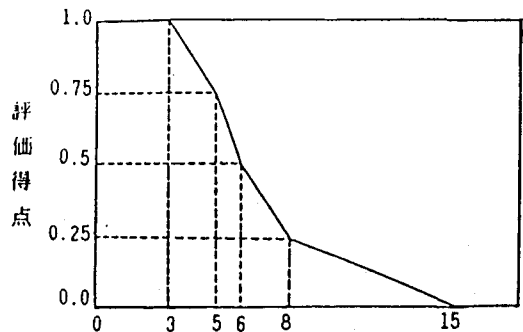


図 5 最大傾斜(度)の評価関数

表4 各項目の重みづけ  $W_i$

|      | 自然環境項目 |    |      |    |      | 公害項目 |    | 社会項目 |      |      |      |      |
|------|--------|----|------|----|------|------|----|------|------|------|------|------|
|      | 傾斜     | 地形 | 地質   | 土壌 | 植生   | 騒音   | 悪臭 | 人口   | 道路   | 鉄道   | 公共   | 距離   |
| ケース1 | 0.16   | 0  | 0.06 | 0  | 0.28 | 0    | 0  | 0.14 | 0.06 | 0.03 | 0.14 | 0.14 |
| ケース2 | 0.22   | 0  | 0.07 | 0  | 0.37 | 0    | 0  | 0.09 | 0.04 | 0.02 | 0.09 | 0.09 |
| ケース3 | 0.11   | 0  | 0.04 | 0  | 0.19 | 0    | 0  | 0.19 | 0.07 | 0.04 | 0.19 | 0.19 |

ケース1 - 現況都市的土地利用を説明する重みづけ -

現況の都市的土地利用を最も説明することのできる重みづけを考え、それによって都市的土地利用を説明する環境項目の構成および比率を明らかにした。

・ケース2 - 自然環境項目を重視した重みづけ -

自然環境項目と社会項目の比率を2:1とした。

・ケース3 - 社会項目を重視した重みづけ -

ケース2とは逆に自然環境項目と社会項目の比を1:2とした。

ケース1-3で決定した重みを表4に示す。

評価の結果を各ケースの都市的土地利用適正地域の割合で表5に示す。

表5 土地利用ごとの説明度

|      | 都市域 | その他 | 全域  |
|------|-----|-----|-----|
| ケース1 | 93% | 11% | 20% |
| ケース2 | 96% | 38% | 44% |
| ケース3 | 75% | 6%  | 14% |

## 6. まとめ

結論として、

- 1) メッシュデータを尺度化、総合化して地域の環境特性を評価する対話型のシステムを開発した。
- 2) 尺度化の手法として対象とした環境項目について評価視点ごとの評価関数の作成を試みた。
- 3) 総合化のための重みづけ手法として、先見的に与える方法、統計的方法、アンケートによる方法を行った。
- 4) アンケートによる重みづけ手法によって、立場の異なる人の評価の違いが明確に求まった。

また今後の問題点として、

- 1) パソコンの容量限度のため、適用するデータ数を選択したが、評価視点に応じて適切な選択方法を検討する必要がある。
- 2) 評価関数について、より合理的な関数形を定める必要がある。
- 3) アンケートにより重みづけ手法について、多くのケーススタディを行い、その手法の改善を試みる必要がある。

## 参考文献

- 1) 内藤正明他：環境指標－その考え方と作成手法－，学陽書房，1986
- 2) 熊田楨宣：都市づくりと土地利用，技報堂，1985
- 3) 田中豊、垂水共之、脇本和昌編：パソコン統計解析ハンドブックⅡ－多変量解析編－，共立出版，1984