

○ (株) 三菱総合研究所 正員 岡本憲之
 (株) 三菱総合研究所 内藤 豊
 (株) 三菱総合研究所 福永光一

(1) 環境影響評価における重みづけ手法

環境影響評価システムの技術的側面は、予測フェーズと評価フェーズとに分けて考えることができる。予測フェーズでは、人間の行為が引き起す物理・化学的環境の変化、生物学的環境の変化、および社会・経済学的環境の変化を的確に予測することが重要である。評価フェーズでは、評価項目の選定、評価基準の設定、評価項目ごとの個別評価および総合化が主な問題である。このうち、評価の総合化については、異なる評価項目に関する評価結果を総合する問題が考えられるが、そのための手法として重みづけ法が採られることが多い。この複数項目間の相対的重要度すなわち重みを決定する手法には、主観的な判断を基にする方法と、客観的に観察した事実を基にする方法とが考えられ、それぞれ表-1に示したような手法の例がある。本報告では質問紙法による効用関数法を適用して重みづけを行った事例を紹介する。

(2) 効用関数法

効用関数法は人々の価値観の計量と選好行為の数理モデルの構成に関連する手法と考えられる。本事例では評価対象システムの総効用 U (環境の選好度)を、評価項目別効用関数 u_i と項目間相対的重要度 w_i を用いて式-1に示すように一次元の尺度上で計量化する方法として扱った。

$$U = \sum w_i \times u_i \quad \text{----- (式-1)}$$

(3) 評価項目の選定

本事例では大規模な開発を考慮して以下に示す7項目を評価項目として選定した。

① 家の近所の感じ(コミュニティ)、② 市街化(町全体の様子や交通・買物の便利さ)、③ 地域知名度・国際的雰囲気、④ 公共サービス水準、⑤ 家の付近の騒音状態、⑥ 公害による家計支出、⑦ レクリエーション・自然状態

(4) 評価項目別効用関数

評価項目別効用は、容易に測定できる変数(評価変数) x_i の関数 $u_i(x_i)$ として表現する。評価変数の測定尺度は、連続的尺度・カテゴリカル尺度等が考えられるが、本事例ではすべてカテゴリカル尺度を用いた。すなわち、それぞれの評価項目について、4段階のカテゴリーを設定し、各カテゴリーに対応する状態を文章で記述すると共に、代表的なイメージを絵で表現することにより尺度を構成した。効用関数の値(効用)は評点法により評価した。具体的には、各評価項目について、環境状態の最も悪いカテゴリーの効用を0に、最も良いカテゴリーの効用を10に対応させ、その間を整数で評価した。最も悪いカテゴリーと最も良いカテゴリーは原則としてあらかじめ決めておいたが、意見が分れそうな項目については被験者に決めさせた。

(5) 項目間相対的重要度

評価項目の相対的重要度をトレードオフ法により測定した。トレードオフ法は1種の1対比較法で、任意の2つの評価項目の組合せについて基準とする環境の状態および基準と比較する複数の状態を示し、基準状態より悪

表-1 重みづけ手法の分類と例

主観的手法			客観的手法	
被験者 人数	専門家	一般人	視 点	分析対象
少 数	委員会法	ゲーム法	医学生物学的	生理機能等
	デマテル法	シミュレーション法		地価、家屋売買価格等
多 数	デルファイ法	質問紙法	経済学的	住宅地選好等
	オンライン・デルファイ法	オラケル法	社会学的	

いか良いかあるいは同じかを判断させる方法である。基準とする状態は、それぞれの評価変数の値を適宜設定することにより決定する。一方基準と比較する状態としては、評価変数の異なった値を設定する。このような比較を評価項目の組合せを変えて行う。例えば、評価項目の組合せを i, j にとり、その基準状態を $x_{ij}^b \equiv (x_i^b, x_j^b)$ とし、これと比較する状態を $x_{ij}^c \equiv (x_i^c, x_j^c)$ で表わす場合、質問の形式は表-2 のようになる。今、基準状態の効用を U_{ij}^b 、基準と比較する状態の効用を U_{ij}^c とすると、次式が成立するものと仮定する。

$$U_{ij}^b = w_i \times u_i(x_i^b) + w_j \times u_j(x_j^b) \text{ ----- (式-2)}$$

$$U_{ij}^c = w_i \times u_i(x_i^c) + w_j \times u_j(x_j^c) \text{ ----- (式-3)}$$

般に、 $U_{ij}^b > U_{ij}^c$ ならば、環境選好者は基準状態を好み、 $U_{ij}^b < U_{ij}^c$ ならば、比較状態を好むであろうと考える。そこで基準状態を好む人の比率を $\hat{p}_{ij}^{b>c}$ 、甲乙つけ難いと回答する人の比率を $\hat{p}_{ij}^{b=c}$ 、基準と比較する状態を好む人の比率を $\hat{p}_{ij}^{b<c}$ とし、これらの比率を以下の確率的モデルで推定できるものと考えた。

表-2 評価項目 i, j の組合せの場合の回答例

	評価項目 i	評価項目 j	基準より悪い	同じ位	基準より良い
基準とする状態	x_i^b	x_j^b			
比較状態 1	x_i^c	x_j^c	○		
⋮	⋮	⋮		○	
比較状態 k	x_i^c	x_j^c			○

$$z = \delta U_{ij}^{b>c} + \xi \quad \hat{p}_{ij}^{b>c} = \int_{\varepsilon}^{\infty} P(z) dz \quad \hat{p}_{ij}^{b<c} = \int_{-\infty}^{\varepsilon} P(z) dz$$

$$\hat{p}_{ij}^{b=c} = \int_{-\infty}^{\varepsilon} P(z) dz \text{ ----- (式-4)}$$

但し ξ : 効用という尺度上での判断誤差を与える確率変数。平均 0、標準偏差 σ の正規分布に従うものとする。

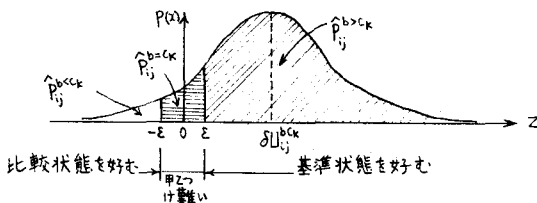
z : 効用の差の判断値で、平均 $\delta U_{ij}^{b>c}$ 標準偏差 σ の正規分布に従う。

ε : 比較判断の極値 (判断限界)

$$\text{また } \delta U_{ij}^{b>c} \equiv U_{ij}^b - U_{ij}^c = w_i \{ u_i(x_i^b) - u_i(x_i^c) \} + w_j \{ u_j(x_j^b) - u_j(x_j^c) \} \text{ ----- (式-5)}$$

$$P(z) \equiv \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{z - \delta U_{ij}^{b>c}}{\sigma} \right)^2} \text{ ----- (式-6)}$$

図-1 比較判断の数理モデル



一方トレードオフ法による調査の結果、実際に基準状態を好む人の比率を $p_{ij}^{b>c}$ 、甲乙つけ難いと回答した人の比率を $p_{ij}^{b=c}$ 、基準と比較する状態を好むと回答した人の比率を $p_{ij}^{b<c}$ とすると、説明誤差を最小にするために次式を最小化することを考えた。

$$J(w_1, w_2, \dots, w_n, \sigma, \varepsilon) \equiv \sum_i \sum_k (|p_{ij}^{b>c} - \hat{p}_{ij}^{b>c}| + |p_{ij}^{b=c} - \hat{p}_{ij}^{b=c}| + |p_{ij}^{b<c} - \hat{p}_{ij}^{b<c}|) \longrightarrow \min \text{ ----- (式-7)}$$

この問題を解くことにより、 $w_1, w_2, \dots, w_n, \sigma, \varepsilon$ を求めたが、そのために、フレッチャー・パウエル・デビツトリンの方法を用いた。

(6) 選好度調査の結果

項目間相対的重要度 ($w_1, w_2, \dots, w_n$)、比較判断の限界 (ε)、判断誤差の標準偏差 (σ) を選好度調査の結果から推定した。これらの結果を表-3、表-4にまとめる。有効回答数約 300 件の回答比率の観測値と推定値の相関は 0.968 という良好な整合性を得た。考察結果等は当日発表する。

表-3 重みの推定結果

騒音	経済被害	レクリエーション 自然環境	公共サービス	コミュニティ	市街化	地域多様性
1.4	2.0	1.5	1.5	1.0	1.1	0.6

表-4

相関係数	ε	σ
0.968	3.048	4.606