

金沢大学工学部 正 員 飯田 恭敬
 金沢大学工学部 正 員 高山 純一
 金沢大学大学院 学生員 〇児玉 健

1. はじめに

土木計画の実施は、地域住民に対し直接または間接的影響を与える。従って、その計画案は正しく評価されることが要求される。そのための方法として数多くの評価手法が提案されてきた。本研究では、人間の判断の曖昧さを数学的に取り扱う Fuzzy 積分を利用した評価モデルを考え、そのモデルの特性を知るためにシミュレーションを用いて検討した。同時に、多規準分析手法との比較も行う。

2. Fuzzy 積分モデルの概要

Fuzzy 積分モデルのモデル式を次に示す。

$$F(P_j) = \sum_{i=1,2,\dots,n} a_{ij} \cdot g_{\lambda}(\cdot) = V \left[a_{ij} \wedge g_{\lambda}(K_i) \right] \quad K_i = \{C_1, C_2, \dots, C_i\} \quad \text{--- (1)}$$

a_{ij} : 評価項目 C_i からみた代替案 P_j の好ましさを表わすインパクト評価値

$F(P_j)$: 代替案 P_j の評価値 $0.0 \leq F(P_j) \leq 1.0$ $F(P_j) = 0.0$ は代替案が全く好ま

しくなく、 $F(P_j) = 1.0$ は最もいいことを表わす。

$g_{\lambda}(g)$ は人間の主観的判断を測るための尺度として考え出された Fuzzy 尺度と呼ばれる集合関数であり、次の性質を持つ。 i) $0.0 \leq g_{\lambda}(g) \leq 1.0$, $g_{\lambda}(0) = 0.0$

$g(X) = 1.0$ ii) $F \subset F'$ のとき $g_{\lambda}(F) \leq g_{\lambda}(F')$ (単調性)

以上の3つの性質を満足するように、(2)式より $g_{\lambda}(\cdot)$ を構成した。

$$g_{\lambda}(K_i) = \frac{1}{\lambda} \left[\sum_{j=1}^i (1 + \lambda g_j) - 1 \right] \quad (-1.0 < \lambda \leq \infty) \quad g_i: \text{各評価項目に対する重視度} \quad \text{--- (2)}$$

また、 K を評価項目 C_i ($i=1, 2, \dots, m$) の全体集合とすると、 g_{λ} は K について(3)式を満足する。

$$g_{\lambda}(K) = \frac{1}{\lambda} \left[\sum_{i=1}^m (1 + \lambda g_i) - 1 \right] = 1.0 \quad \text{--- (3)}$$

ここで、重視度 g_i 、Fuzzy 尺度のパラメーターの値がわかっているときの、最優位案選好の手順を図-1に示す。図-1の③で、 $g_{\lambda}(K_i)$ の値が計算され、④の段階で(1)式の Fuzzy 積分の値が計算される。

3. シミュレーション

Fuzzy 積分モデルが重視度とパラメーターに対してどのような特性を持つかを考えるために、以下の3つの方法でシミュレーションを行う。

(1) Fuzzy 尺度のパラメーター " λ " を -0.5 から 19.5 まで 1.0 きざみで変化させる。このとき重視度は、 0.0 から 1.0 までの一様乱数から得た数値を(3)式を満足するように調整したものをを使う。

(2) 評価項目の重視度のひとつを、 0.0 から 1.0 まで 0.05 きざみで変化させ、そのときの最優位案の変化をみる。このとき他の重視度は、 0.0 から 1.0 までの一様乱数で与える。また、パラメーター λ の値は(3)式を満足するように決定する。

(3) データーとして得られる評価マトリックスの不確実性を考慮するために、インパクト値を変動させる。ここでは、インパクト値が標準正規分布に従うと仮定し、次式によってインパクトマトリックスの各要素を求め、シミュレーションを行う。

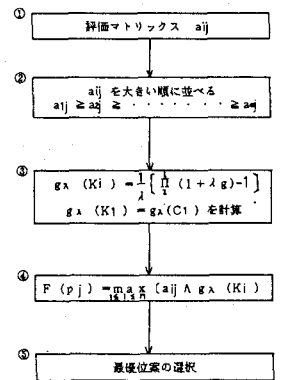


図-1 Fuzzy 積分モデルの計算手順

a_{ij} : 評価マトリックスの要素

$b_{ij} = a_{ij} (1.0 - \sigma z_{ij})$ σ : a_{ij} に対する相対的ずれの平均値

z_{ij} : 標準正規分布に従う乱数

4. 実際への適用

前節で述べたシミュレーション法を、表-1に示すような代替案、評価項目が3個の評価マトリックスに対して行なった。

(1) Fuzzy測度のパラメータ λ を変化させた場合

パラメータ λ を変化させたときの、最優位案選択確率の変化を図-2に示す。 λ の値が3.0になるまでは、代替案P₁と代替案P₂の選択確率に顕著な変化がみられるが、 λ の値が大きくなるにつれて、それまで最劣位であった代替案P₃が最優位になる。これは、 λ の値が小さい間は、各インパクト評価値の中の最大値で最優位案の選択がなされるが、 λ の値が大きくなるにつれて、各インパクト評価値の最小値が最優位案決定を支配するためと考えられる。

(2) 重視度を変化させた場合

重視度に着目した場合のシミュレーション結果を、インパクト値変動を考慮した結果とあわせて図-3に示す。なお、図-3の右側は多規準分析手法による結果である。図-3より多規準分析手法ではFuzzy積分モデルより、代替案の優位性が顕著に現われることがわかる。これは、前者の場合、最優位案を決定するひとつの指標である、Concordance値がウエイトを加えた値となっているため、ウエイトの変化が最優位案決定に大きな影響を持つ。それに対し後者では、インパクト評価値と、重視度から構成されたFuzzy測度の大小関係から最優位案が決定されるため、前者に比べ重視度の影響が小さいと考えられる。また、インパクト値の変動の影響は、Fuzzy積分モデルの方が小さい傾向にある。これは、多規準分析手法の場合、代替案のインパクト値の大小関係からConcordance値、Discordance値が決定されるため、インパクト値の変化が直接評価に影響するためと考えられる。

5. おわりに

本研究により明らかになったFuzzy積分モデルの特性を次にまとめる。

- (1) Fuzzy積分モデルによる最優位案選択結果は、パラメータの値により変化する。特にパラメータの値が、2.0～3.0の範囲で評価結果に大きな変化が表われる。
- (2) インパクト評価値の変動による影響は、多規準分析手法に比べ比較的小さい。

以上が主な特性であるが、(1)で述べたような、パラメータの値が評価結果に与える影響は重要なことであり、その値をどのように決定するかが、今後に残された課題である。

参考文献 1) 浅井喜代治・C. V. Negoita 共編: あいまいシステム理論入門, オーム社, 昭和53年

2) 運輸経済研究センター, 大都市圏における交通機関選択分析調査報告書, 第4章, 昭和53年3月

表-1 評価マトリックス

代替案 P_j 評価項目 C_i	重視度 g_i	P1	P2	P3
C1	g_1	0.18	0.91	0.34
C2	g_2	0.89	0.32	0.33
C3	g_3	0.54	0.64	0.55

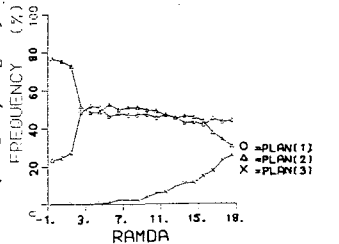


図-2 λ に着目したシミュレーション

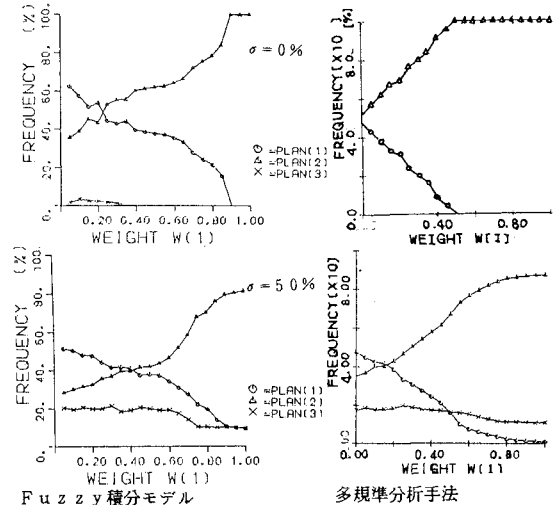


図-3 重視度に着目したシミュレーション