

IV-152

ファジイ測度を用いた AHP 手法の土木計画決着プロセスに関する研究

北海道開発局 正 会 員 福島 宏文
 北海道大学 正 会 員 加賀屋誠一
 北海道大学 フェロー 佐藤 馨一

1.はじめに

土木計画はその公益性から、最終的な意思決定においてすべての人々がその便益を享受できる判断が最適であることはいうまでもない。しかし、現実にはお互いの価値観の違いや利害対立等から、すべての面で満足のいく意思決定を行うことは難しく、意思決定者の責任に基づく決定や市民の許容により何らかの決定がなされているのが実状であろう。

本研究ではこのような状況をふまえ、「合意」と「決着」という2つの観点からファジイ測度を用いた AHP 手法とゲームの理論を適用し、土木計画における意思決定問題の構造理解、計画の最終決着へのプロセスのモデルによる表現、及びその事例適用を目的とする。

2.ファジイ測度を用いた AHP 手法

ファジイ測度を用いた AHP 手法(以下ファジイ AHP)は、AHP にファジイ積分を取り入れた評価手法である。これは、従来の平均的な評価(N 評価)に加え、代替案の持つ得点の内、高得点や低得点に注目した評価(それぞれ U 評価, L 評価)を行うことができるという特徴を持つ。

ファジイ AHP は以下の式から算出される

$$\begin{aligned}
 U(i) &= \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \max_{k \in E(j)} f(i, k) & U(i) \quad N(i) \quad L(i): \text{代替案 } i \text{ の } U, N, L \text{ 評価値} \\
 N(i) &= \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \text{mean}_{k \in E(j)} f(i, k) & E(j): \text{評価基準 } j \text{ の説明測度} \\
 L(i) &= \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \min_{k \in E(j)} f(i, k) & \Delta(j): E(j) - E(j-1) \\
 & & f(i, k): \text{各評価基準からみた各代替案の得点}
 \end{aligned}$$

3.ファジイ測度を用いた AHP 手法の拡張

3.1.評価得点の連続化

r を評価主体の楽観度とし、ファジイ AHP の評価得点を従来の3段階の評価から、 r による連続的な値に拡張した(U 評価: $r=1.0$ 、N 評価: $r=0.5$ 、L 評価: $r=0.0$)。

U 評価側では、上位1位、2位、3位……、L 評価側では下位1位、2位、3位……の得点を平均す

ることで、中間値を多段階に表現することが可能となった。

3.2.満足層・中間層・不満層の算出

各代替案に満足している人、していない人及びその中間に属している人の割合を、説明測度に可能性測度、必然性測度の概念を取り入れることで表現した。満足層(確実にその代替案に満足する層)の割合は、説明測度に必然性測度を用いた評価得点を用いる。不満層の割合は次式より、1.0 から可能性測度による評価得点を減じた値を用いる。

$$N(A) = 1 - \Pi(\bar{A})$$

中間層の割合は 1.0 から満足層・不満層の割合を減じた値になる。

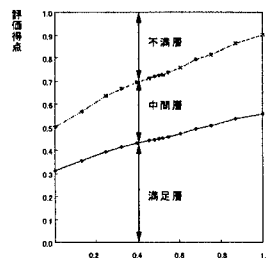


図1 満足層・中間層・不満層の表現 ($r=0.4$ の時)

このようにして求めた、ファジイ AHP の評価得点を意思決定における「合意」の部分として表現することとする。

4.ゲームの理論への応用

4.1.土木計画「決着」ゲーム

土木計画の「決着」のゲームを図のように表した。

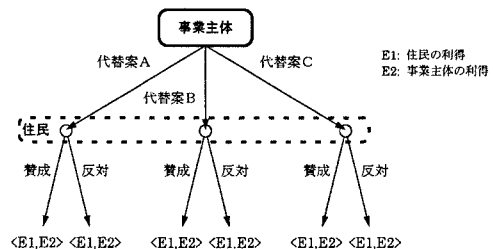


図2 土木計画「決着」ゲーム

キーワード: 「合意と決着」、「ファジイ AHP」、「ゲーム理論」

連絡先: 北海道上磯郡上磯町追分4丁目11-2 函館開発建設部 函館道路事務所 TEL 0138-49-2631

プレイヤーは事業主体と住民。戦略は事業主体が複数の代替案を提示し、住民がそれについて賛成または反対の意思表示をするということとした。

また、ゲームの理論において、プレイヤーの各戦略における利得を算出することは一般に困難である。本研究では、ゲームの利得行列にファジィ AHP の評価得点を用いることでこの問題の解決にあたった。

5. 決着へのアプローチ

住民に賛同を得られなかった場合に事業主体が取りうる行動として、本モデルより以下のようなことがあげられる。

①代替案への理解の促進

- ・代替案の不安材料を排除。(L 評価の底上げ)
- ・利点の理解の促進。(U 評価の向上)

②事業主体への不信感の払拭

- ・情報公開等により事業主体への信頼度を向上。(r 値(楽観度)の向上)

③中間層の満足層への取り込み

- ・問題構造の理解促進。(説明測度の拡大)

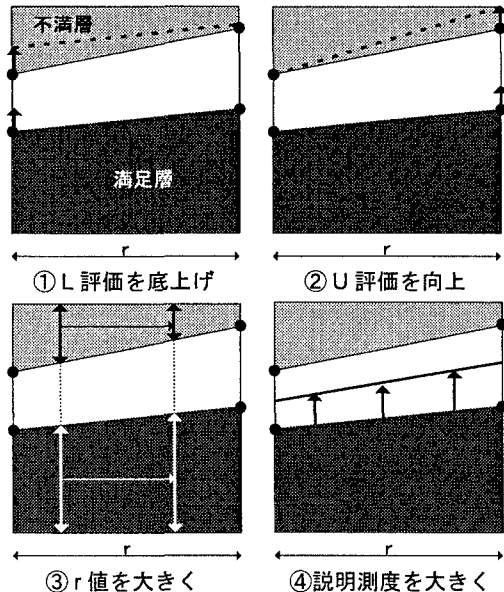


図3 本モデルによる住民理解の促進の表現

6. 治水整備問題への適用

以上のプロセスを具体的に治水整備問題を想定して適用することとする。

6.1.AHP による利得行列の計算

問題構造を図4の階層図に示す。

評価項目の説明測度と各代替案に割り振られる評

価項目の得点を各評価主体について設定し、算出された評価得点を利得行列とする。また事業主体の提案が住民に反対されたときの利得は、0 であるとした。

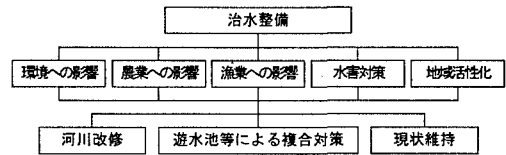


図4 治水整備問題

6.2.均衡解の算出

以上の値を用いてゲームの均衡解を算出する。

表1 利得行列(住民、事業主体ともに $r = 0.5$ の時)

	河川改修	複合整備	現状維持
賛成	0.229	0.302	0.348
反対	0.533	0.437	0.323
賛成	0.371	0.298	0.253
反対	0.000	0.000	0.000

※ 上段：住民、下段：事業主体 ■：Nash 均衡解
結果は、河川改修推進の場合に住民から賛同を得られないという結果となった。

6.3.住民理解促進による結果

河川改修案の環境に対する影響について 30%の住民理解が促進した場合を想定し均衡解を算出した。

表2 利得行列(住民、事業主体ともに $r = 0.5$ の時)

	河川改修	複合整備	現状維持
賛成	0.303	0.302	0.348
反対	0.533	0.437	0.323
賛成	0.297	0.298	0.253
反対	0.000	0.000	0.000

※ 上段：住民、下段：事業主体 ■：Nash 均衡解
環境問題についての改善した結果、河川改修案について住民から賛同を得られる決着となった。

7. おわりに

本研究の成果は以下になる。

- ①土木計画の意思決定問題を「合意」と「決着」の2つに整理して考え、それぞれファジィ AHP 手法、ゲームの理論による表現を行った。
- ②ファジィ AHP 手法の評価得点をこれまでの3段階から、多段階の連続表現に拡張した。また、評価得点を満足度と意味づけ、代替案の満足層・中間層・不満層の区別を明確化した。
- ③ゲームの利得行列にファジィ AHP の評価得点を用い、均衡解を算出した。
- ④土木計画の決着への過程をモデルにより表現した。