

順位法による代替案総合評価に関する一考察

京都大学工学部 正会員 長尾義三
 京都大学工学部 学生員 ○平田雄三
 京都大学工学部 正会員 若井郁次郎

1. はじめに 最近の土木事業は、複数の立場の多様な価値観を考慮した計画を立案・実施する必要がある。この場合、複数の実行可能な代替案の中から最良の代替案を選択しなければならない。しかしながら、評価項目の抽出や評価尺度の選定、ならびに各評価項目等に付与されるウエイトの決め方に問題を残している。一般に、評価項目やウエイトに関しての情報として、その順位のみが与えられる場合が多い。そこで、本研究では順位法 (Permutation) を中心に考察し、あわせて、他の総合評価手法と比較・考察することを目的としている。

2. 順位法について^(1,2) ① 各評価項目は、いかなる尺度で測定されていても、序数尺度で測られるように変換する。

② 代替案間の順位づけを仮定する。代替案の数が n 個あれば、代替案の順位の組合せとして $n!$ 個存在することになる。

③ たとえば、 $a_k < a_j$ (代替案 k より代替案 j が選好されることを意味する) が成立するとの仮定のもとに、以下の条件下で、ランキング・スコアを計算する。

$$\begin{aligned} x_{ik} < x_{ij} & \text{ ならば } +1 \\ x_{ik} = x_{ij} & \text{ ならば } 0 \\ x_{ik} > x_{ij} & \text{ ならば } -1 \end{aligned}$$

ただし x_{ik} は代替案 k の、評価項目 i の評価値を表わしている。

④ ③の手続きを繰り返して、その総和した値を評価項目 i における順位づけの得点とする。他の評価項目においても同様の手続きを繰り返す。こうしてランキング・スコアを得る。

⑤ 各評価項目に付与されるウエイトに関しては以下の制約条件下で求めることにする。

$$\sum w_i = 1 \quad (1)$$

$$w_i \geq w_j \quad (i < j) \quad (2)$$

ウエイトに関しては、一般に超平面上の部分集合として与えられる。

⑥ 最後に、各順位づけの最終評価値は、次式により与えている。

$$Z = w \cdot r \quad (3)$$

ただし、 w : ウエイト・ベクトル、 r : 順位づけ R_i のランキング・スコア、 Z : 総合評価値

表1 評価項目と評価尺度³⁾

評価項目	評価尺度
θ_1 : 費用	10^9 forints/年
θ_2 : 水不足	パーセント
θ_3 : 水質	主観
θ_4 : エネルギー	生産エネルギー/使用エネルギー
θ_5 : リクリエーション	主観
θ_6 : 洪水防御	再帰間隔
θ_7 : 土地森林の使用	1000ヘクタール
θ_8 : 社会的影響	主観
θ_9 : 環境	主観
θ_{10} : 国際協力	主観
θ_{11} : 開発可能性	主観
θ_{12} : 弾力性	主観

Yoshimi Nagao, Yuzo Hirata, Ikujiro Wakai

3. 計算結果と考察

まず水資源計画に適用した³⁾。表1は評価項目と評価尺度を示す。表2と表3が重みの仮定した順位づけと、その際の計算結果を示している。

- ① 表2の計算結果は、 $w_1 > 1/2$ で a_2 が、 $w_1 < 1/2$ で a_1 が優位に立つとまとめられる。また表3の結果は、あらゆる重みづけで a_1 が優位に立つとまとめられる。KeeneyとWoodの多属性効用理論による結果³⁾、 a_1 が優位に立ち、 a_2 がわずかに劣ると大きく違わない。

次に、道路計画に適用した。これと水資源計画の適用例から以下のことが明らかになった。

- ② 代替案の数は多いほどよい結果がでる。
③ 逆に代替案の数が増えると、可能な順位づけの数が増え、かつ計算時間が長くなる。そのため、任意にいくつかの代替案を選んで、順位づけを行ない、他の代替案を同等とすれば順位づけの組合せ数を減らすことができる。
④ 評価尺度が序数尺度であるので、質的な評価項目も十分考慮できる。しかし優位性の大きさは議論できないので、これから求められるランキング・スコアには、優位性は反映されない。
⑤ 重みの変化による代替案の相対的な優位性の変化を見ることができ、評価情報の一つとしては客観的なものが得られる。しかし、明確な解は出ないので、最終決定は意思決定者にゆだねられる。

なお、水資源計画と道路計画における計算例の詳細は、講演時に発表する。

参考文献 1) Paelinck : Qualitative multiple criteria analysis, Papers of the regional science association, Vol.36, 1976. 2) Paelinck : Qualitative multi-

criteria analysis, Environment and Planning-A, Vol. 9, 1977.

3) Keeney & Wood : An Illustrative Example of the Use of Multiattribute Utility Theory for Water Resource Planning, Water Resources Research, Vol. 13, 1977.

表2 計算結果

仮定 1													
$\theta_1 > \theta_2 > \theta_3 > \theta_4 > \theta_5 > \theta_6 > \theta_7 > \theta_8 > \theta_9 > \theta_{10} > \theta_{11} > \theta_{12}$													
端点	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}	w_{12}	優位な順序づけ
1	1												R37
2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$											R3 , R37
3	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$										R3 , R4
4	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$									R3 , R4
5	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$								R3 , R4
6	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$							R4
7	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$						R3 , R4
8	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$					R4
9	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$				R4
10	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$			R4
11	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$		R4
12	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	R4
R3 : $a_1 > a_2 > a_4 > a_3 > a_5$													
R4 : $a_1 > a_2 > a_4 > a_5 > a_3$													
R37: $a_2 > a_4 > a_1 > a_3 > a_5$													

表3 計算結果

仮定2		
$\theta_2 > \theta_6 > \theta_3 > \theta_{10} > \theta_8 > \theta_1 > \theta_5 > \theta_9 > \theta_4 > \theta_7 > \theta_{11} > \theta_{12}$		
端点	優位な順序づけ	代替案の選好順位
1	R6	$a_1 > a_2 > a_5 > a_4 > a_3$
2	R6	$a_1 > a_2 > a_5 > a_4 > a_3$
3	R6	$a_1 > a_2 > a_5 > a_4 > a_3$
4	R6	$a_1 > a_2 > a_5 > a_4 > a_3$
5	R6	$a_1 > a_2 > a_5 > a_4 > a_3$
6	R3, R6	$a_1 > a_2 > a_4 > a_3 > a_5$ $a_1 > a_2 > a_5 > a_4 > a_3$
7	R3	$a_1 > a_2 > a_4 > a_3 > a_5$
8	R3, R4	$a_1 > a_2 > a_4 > a_3 > a_5$
9	R3, R4	$a_1 > a_2 > a_4 > a_3 > a_5$
10	R4	$a_1 > a_2 > a_4 > a_5 > a_3$
11	R4	$a_1 > a_2 > a_4 > a_5 > a_3$
12	R4	$a_1 > a_2 > a_4 > a_5 > a_3$