

京都大学大学院 学生員 阿部 宏史
京都大学工学部 正会員 戸田 常一
京都大学大学院 学生員 中川 大

1. はじめに

代替案の評価手法は従来より数多くのものが提案されているが、最近ではプロジェクトの大規模化や価値観の多様化に伴い、多様な評価主体や種々の評価項目を総合的に考慮できる評価手法が要求されている。多基準分析は代替案の総合評価手法として最近提案されたものであるが、本研究ではその一手法である Concordance analysis を参考にして構成した評価モデルを用い、代替案の評価情報の整理方法について検討し、さらに代替案の段階的な評価の方法を提案する。

2. 評価モデルの概要

本研究では Concordance analysis の考え方に基づいて図-1 に示すような評価モデルを構成した¹⁾。このモデルは、“複数の評価主体を明示的に考慮している”

“評価項目をインパクト内容によって⊕⊖の二種類に分け、比較する項目を等質化している”、“インパクトの大きさをいくつかの側面から反映できるウエイトを導入している”などの特徴を持っている。

このモデルによ

て得られる指標 C_{ik} および d_{ik} は、それぞれ、代替案 i が代替案 k に対して優れている程度、劣っている程度を示している。また、指標 C_{ik} 、 d_{ik} を要素とするマトリックスが、Concordance matrix (C) と Discordance matrix (D) である。

3. C、D による代替案の評価情報の整理

マトリックス C、D には個々の代替案のペアに関する評価情報が示されているが、ここではそれらの情報を整

理する方法について検討する。整理方法にはいくつかのものが考えられるが、本研究では次の3手法をとりあげて考察した。

(a). マトリックスの教値を式(1)、(2)により集計し、指標 C_k 、 d_k の大小によって代替案の優劣を決める。

$$C_k = \sum_{i=1}^n C_{ik} - \frac{\sum_{i=1}^n C_{2i}}{\sum_{i=1}^n d_{2i}} \dots \dots (1)$$

$$d_k = \sum_{i=1}^n d_{ik} - \frac{\sum_{i=1}^n d_{2i}}{\sum_{i=1}^n C_{2i}} \dots \dots (2)$$

(b). グラフ理論を用いて各代替案の優劣関係を有向グラフによって表示する²⁾

(c). 多次元尺度構成法を用いて代替案の選好上の位置関係を求める。

各手法の長所、短所を整理すると表-1 のようになる。

	長 所	短 所
(a) C_k による方法	一意的に序列が決する。 すべての情報を考慮している。	個々の代替案のペア間の情報は埋められず、教値・絶対的な大まかに意味が薄れる。
(b) グラフ による方法	個々の代替案のペア間の選好関係が正しく表れる。 代替案間の関係を視覚的に把握できる。	しきい値を設けることにより情報を損失している。 序列を決定できるとは限らない。
(c) 多次元尺度構成法による方法	選好上の位置関係を把握できる。 すべての情報を考慮している。	代替案間の優越性に関しては言及できない。

表-1. 各手法の長所・短所

以上のように各手法とも長所、短所を持っており、各手法を補完的に用いることにより評価情報を有効に利用して代替案評価を行なうことができると考えられる。

(教値計算例)

次に上の3手法の特徴を教値計算例を用いて示す。まず、インパクトマトリックスと評価項目のウエイトを表-2 のように与え、評価モデルに従って指標 C_{ik} を求めると、表-3 の Concordance matrix (C) が得られる。ただし、この例では各評価項目のインパクトはすべて⊕であると仮定し、指標 C_{ik} に基づいて代替案の評価を行なっている。

代替案	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
項目1	0.42	115/5	98/7	115/22	81/45	121/50	96/51	101/35	85/49	135/12	89/45
項目2	0.19	0.21	0.72	0.19	0.26	0.14	0.89	0.25	0.91	0.12	0.59
項目3	0.18	56.5	48.7	42.6	23.4	59.4	45.5	45.0	35.6	51.3	34.8
項目4	0.21	0.0	0.5	0.0	4.25	0.0	3.5	0.0	0.7	0.7	0.0

表-2. インパクトマトリックスとウエイト

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	—	0.194	0.049	0.703	0.015	0.391	0.165	0.401	0.093	0.365
B	0.162	—	0.191	0.620	0.184	0.189	0.166	0.174	0.190	0.177
C	0.0	0.156	—	0.633	0.011	0.337	0.107	0.327	0.015	0.290
D	0.011	0.0	0.015	—	0.026	0.0	0.002	0.0	0.030	0.0
E	0.058	0.258	0.123	0.774	—	0.455	0.230	0.472	0.095	0.456
F	0.216	0.041	0.231	0.473	0.238	—	0.205	0.136	0.204	0.175
G	0.009	0.085	0.019	0.506	0.024	0.224	—	0.202	0.028	0.119
H	0.222	0.046	0.229	0.489	0.244	0.157	0.210	—	0.251	0.089
I	0.156	0.352	0.194	0.846	0.107	0.549	0.310	0.637	—	0.520
J	0.110	0.0	0.127	0.391	0.143	0.141	0.078	0.028	0.149	—

表-3. Concordance matrix (C)

代替案	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
C_i	1.403	0.962	0.679	-5.349	1.879	-0.884	0.259	-0.341	2.584	-1.074
C_i における	3	4	5	10	2	8	6	7	1	9

表-4. 指標 C_i と代替案の序列

まず手法(a)の適用により、表4に示すように指標 C_i と代替案の選好順序が求められ、代替案Iが最上位、Dが最下位という結果が得られる。

次に(b)の手法では、各値の違いによって図2と図3のグラフが得られ、各代替案の階層関係が図示されるが、この図から代替案I以外にA, C, Eの各案も比較的好ましい案であることがわかる。

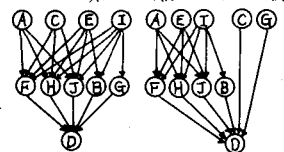


図-2. 75% (相対値0.25) のグラフ

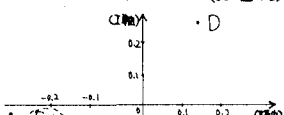


図-3. 75% (相対値0.35) のグラフ

最後に(c)の手法では多次元尺度構成の方法として数量化理論Ⅳ類を用い、適用に当たっては、代替案間の親近性を表わす指標として式(2)の指標 e_{ij} を定義した。

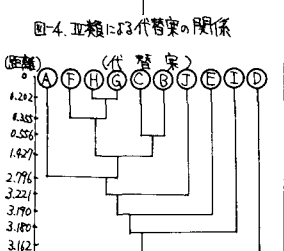


図-4. Ⅳ類に於ける代替案の関係

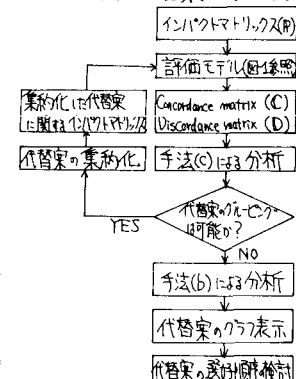
$e_{ij} = 1.0 - |C_{ij} - C_{i2}| \dots (3)$ 図5. 75%分析における代替案の関係Ⅳ類を適用することにより、いくつかの固有値とそれに対応する固有ベクトルが得られるが、固有値の大きい2軸について各代替案の位置関係を示したものが図4である。さらに固有値の大きい5つの軸に対してクラスター分析を行なった結果、図5のデンドログラムが得られた。図4と図5を比較することによりF, H, G案とC, B案はそれぞれ選好的には類似していると考えることができる。

4. 代替案の段階的評価の方法

(a)(b)(c)の各手法により、代替案の序列や各代替案間の選好関係についての情報を整理することができるが、手法(a)では指標 C_i の意味付けが不十分であるため代替案の序列は必ずしも絶対的なものではなく、また手法(b)では

代替案数が多い場合、得られるグラフが図2, 図3のように複雑となるため、意図決定者の的確な判断を促すためにはさらに情報を整理する必要がある。そこで本研究では手法(b)と(c)を併用することにより、代替案を段階的に評価する手法を考える。

図6に評価方法の手順を示す。まず、すべての代替案を用いて図1の評価モデルに従って指標 C_{ij} を求める。次に手法(c)を用いることにより、選好的に類似している代替案のグループングを行なう。さらに各グループから1



つづつの代替案を選び、再び図1の評価モデルを適用する。以上の操作を繰り返すことにより代替案を集約化し、最後に手法(b)を適用することにより代替案間の選好関係を簡単なグラフで表示することができる。

(数値計算例)

以上のモデルの適用例として先の数値例を用いる。図4と図5の結果より、F, G, H案とC, B案をそれぞれ同一グループと考え、G案とB案で代表させる。また先の分析結果より、D案は明らかに劣っていると考えられるので除外し、A, B, E, G, I, Jの6案について分析し、表5および図7, 図8を得た。これらの図から、先の図2, 図3では複雑であった代替案間の選好関係を容易に把握することができる。

	A	B	E	G	I	J
A	—	0.392	0.02	0.211	0.066	0.666
B	0.213	—	0.292	0.221	0.251	0.319
E	0.072	0.693	—	0.301	0.065	0.753
G	0.011	0.155	0.031	—	0.041	0.415
I	0.184	0.519	0.125	0.378	—	0.826
J	0.159	0.0	0.188	0.142	0.196	—

表-5. Concordance matrix (C)

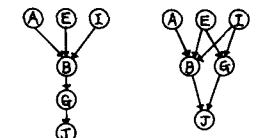


図-7. 75% (相対値0.2) のグラフ

5. おわりに

本研究では、Concordance analysis により得られる代替案の評価情報をどのように整理し、代替案の選好順序を決定するかを検討した。図1の評価モデル、手法(c)のグラフの作成などの詳細については参考文献を参照されたい。(参考文献)

- 1) 阿部, 天野, 戸田; 多基準分析に基づく計画代替案の評価モデル 第1回土木計画学研究発表会講演集, 1977.1
- 2) 戸田, 阿部, 戸田; Concordance analysis に基づく計画代替案評価の評価モデル 土木学会関西支部年次学術講演会講演集, 1977.6