

Concordance analysisにもとづく計画代替案評価のためのモデル構成

京都大学工学部 正会員 戸田常一
京都大学大学院 学生員 阿部宏史
京都大学大学院 学生員 〇中川 大

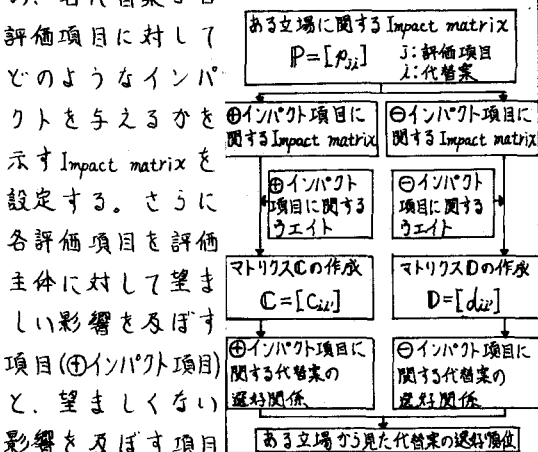
1. はじめに

従来より代替案評価のための手法は数多く提案されているが、最近では特に、プロジェクトの大規模化や価値観の多様化に対処することが必要となり、様々な要素を総合的に考慮しうる評価手法が要求されている。そこで本研究では、総合的な代替案評価手法の一つである多基準分析を取りあげ、その代表的な手法のP.NijkampによるConcordance analysisについて改良モデルの構成を行ない、さらにグラフ理論を適用して代替案の選好関係をグラフとして示す手法について検討する。

2. Concordance analysisによる改良評価モデル¹⁾

P.NijkampのConcordance analysisの特徴や問題点を考慮して図-1に示す改良評価モデルを構成した。このモデルでは価値観の異なる複数の立場を考慮して各立場ごとに分析を行ない、そのうえで各立場間にわたる総合的な検討を行なう。まず、それぞれの立場に関して評価項目を定め、各代替案が各

図-1 改良モデルの概要



どのようなインパクトを与えるかを示す Impact matrix を設定する。さらに各評価項目を評価主体に対して望ましい影響を及ぼす項目(④インパクト項目)と、望ましくない影響を及ぼす項目

(⑤インパクト項目)の2つに分けることにより Impact matrix を2つに分割する。次に、各評価項目にウエイトを与え、Impact matrix とウエイトを用いて、マトリクス C, D を作成する。マトリクス C, D は式(1), 式(2)で与えられる指標 C_{ij}, d_{ij} を要素とするマトリクスである。

$$\textcircled{4} \text{インパクト項目に対して } C_{ij} = \sum_{j \in C_{ij}} \{w_j \cdot \frac{|p_{ji} - p_{ji}|}{\max(|p_{ji} - p_{ji}|)}\} \text{ 式(1)}$$

$$\textcircled{5} \text{インパクト項目に対して } d_{ij} = \sum_{j \in D_{ij}} \{w_j \cdot \frac{|p_{ji} - p_{ji}|}{\max(|p_{ji} - p_{ji}|)}\} \text{ 式(2)}$$

(ただし、 $C_{ij} = \{j | p_{ji} \geq p_{ji}\}$, $D_{ij} = \{j | p_{ji} < p_{ji}\}$)

これらの指標を用いることによって、マトリクス C では良い側面から見た評価、マトリクス D では悪い側面から見た評価を各代替案の対ごとに示すことができ、各側面について代替案の選好関係を知ることができる。さらに2つの側面を統合することにより、特定の立場から見た代替案の選好順位が求まる。

3. グラフ理論を用いた代替案の序列化

マトリクス C, D から各代替案の選好関係を求める方法は、いろいろ考えられるが、ここではグラフ理論を用いて代替案の選好関係をグラフとして表わす手法を示す。これは、社会システムの構造モデリングのために開発された John N. Warfield によるグラフ理論 (Level Method) をマトリクス C, D に対して適用するものである。このグラフ理論は System subordination matrix (以下 SS matrix と略す) と呼ばれる 1 と 0 を要素とするマトリクスを出発点としているので、本モデルに適用するためには、まずマトリクス C, D を SS matrix に変換しなければならない。以下マトリクス C の場合についてこの手順を述べる。まず、基準値 $\bar{c}$ を設け、 $C_{ij} > \bar{c}$ のとき

$e_{ii}=1$ 、その他の時 $e_{ij}=0$ として $[1,0]$ パターン化したマトリクス M を求める。次に $SSmatrix$ は推移律が成立していなければならぬのでその検定を行なう。そのため最初に M を計算し $e_{ii}=e_{ii}=1$ となるような箇所の有無を検討する。この M の対角要素に 0 以外の数値が表われれば、 $e_{ii}=e_{ii}=1$ のような箇所が存在するので、このような箇所では C_{ii} と C_{ii} の値を比較し大きくない方の e を 0 に変更する。次に選好関係にループ ($A>B, B>C$ が $C>A$ となる場合など) が存在しないかどうかを $M^1, M^2, \dots, M^n$ の対角要素を調べることによって検定する。対角要素に 0 以外の数値が表われればループが存在するので、そのような箇所ではループの中で、優越度 ($|C_{ii}-C_{ii}|$ の値) が最も小さい部分の e_{ii} を 0 に変えループを絶ち切る。この手順をループが完全に無くなるまで繰り返す。最後に $e_{ii}=1$ かつ $e_{ii}=1$ となるすべての i, j, i' について $e_{ii}=1$ となるように変更を行えば推移律は成立し、同時に $SSmatrix$ が完成する。

この $SSmatrix$ に対し、Level Method を適用するが、その手順を図-2 に示す。図-2 グラフ化の手順
まず、 $SSmatrix$ の行においてすべての要素が 0 となっているような代替案の集合を Top level set として求める。次に、Top level set に属する代替案の $SSmatrix$ における列の Boolean sum を求める。この Boolean sum を $SSmatrix$ の各列にそれぞれ掛け、

係を表わしたマトリクスである。従ってこの両者を用いることによって第 1 レベルより順次グラフを描くことができる。
 4. グラフ理論を用いた系列化の適用例
 マトリクス C が、表-1 のように求められた場合のグラフ化の例を示す。基準値

を 0.25 として $[1,0]$ パターン化したものが表-2 で、さらに推移律が成立するように変更して完成した $SSmatrix$ が表-3 である。このマトリクスに図-2、図-3 で示した手順を適用すれば図-4 のグラフを得ることができる。矢印は、優位な代替案から劣った代替案の方向へ向いているので、グラフより代替案①⑤が優れていることなどの選好関係が一目でわかる。

5. おわりに

本研究では、多基準分析に着目しながら総合的に代替案評価を行なえる新しいモデルを構成し、さらにグラフ理論を適用することによって代替案間の選好関係を視覚的にとらえることができるようにした。このグラフ化は代替案の数が多いために効果的である。なお適用例は紙面の都合上簡単に触れるにとどまったので講演時に詳しく述べる。

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回土木計画学研究会発表会講演集，1979
 ②J.N.Warfield；On Arranging Elements of a Hierarchy in Graphic Form：MARCH 1973

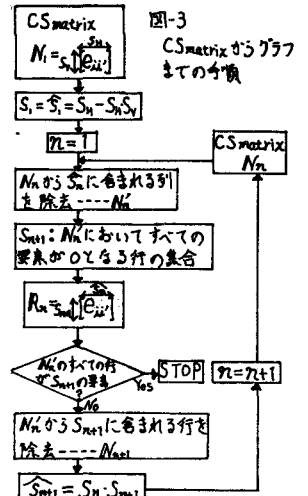


表-1 マトリクス C

	①	②	③	④	⑤
①	0.331	0.331	0.686	0.771	0.311
②	0.001	0.302	0.219	0.778	0.079
③	0.016	0.0	0.023	0.711	0.0
④	0.200	0.133	0.231	0.970	0.0

表-2 $[1,0]$ 化したマトリクス

	①	②	③	④	⑤
①	1	0	1	1	0
②	0	1	0	1	0
③	0	0	1	1	0
④	0	0	0	1	0
⑤	0	0	0	0	1

表-3 $SSmatrix$

	①	②	③	④	⑤
①	1	0	0	1	0
②	0	1	0	1	0
③	0	0	1	1	0
④	0	0	0	1	0
⑤	0	0	0	0	1

図-4 グラフ

