

階層化意思決定法 (AHP) の改良と選好順位逆転現象の整合的解釈

01303394	大阪大学	田村坦之	TAMURA Hiroyuki
	三菱電機	*高橋 理	TAKAHASHI Satoru
	大阪大学	鳩野逸生	HATONO Itsuo
	大阪府立大学	馬野元秀	UMANO Motohide

1. はじめに

階層化意思決定法 (AHP ; Analytic Hierarchy Process) を用いて記述することが難しい現象として、代替案の選好順位逆転現象がある。これは、新しい代替案の追加やすでにある代替案の削除により、他の代替案の選好度合が変化し、場合によっては、選好順位が逆転してしまう現象である。従来の AHP では、この現象に対する意味づけや理由づけができなかったために、これらの現象は AHP の矛盾であるとされ、こういった現象が起きないように工夫がなされてきた [1]。

本報告では、意思決定者の選好構造の変化は実際の意思決定過程においても日常的なことであると考えられるから、これらを矛盾であるにとらえるのではなく、適切に説明しようような改良型モデルを提案する。

2. 選好順位逆転現象の原因

従来の AHP では、おのおのの代替案は互いに独立であるという仮定から、新たな代替案が他の代替案に影響を及ぼすことはないと言われていた。しかし、一対比較行列から求められるものは、それぞれの代替案の絶対評価ではなく、相対的な評価であり、ある代替案のウエイトが他の代替案のウエイトづけに依存している。したがって、代替案の追加や削除が他の代替案のウエイトにも影響を及ぼし、しいては、選好順位の逆転も起こりうる。

一般的な意思決定問題においても選好順位逆転現象が実際に起こり得ることが指摘されており [2]、この現象の原因は「推移則の侵害」「意思決定構造の変化」にあると挙げられている。これを AHP にあてはめると、「一対比較行列の整合性が成り立っていないとき」と「階層構造の変化があったとき」に相当する。また、AHP では

それらに加えて、「一対比較行列から求めた重要度の正規化方法に誤りがある」ことが指摘されている [3]。

そこで、本報告では、重要度の正規化方法を改めた上で、「一対比較行列の整合性がとれていて」、かつ、「階層構造に変化がない」場合には、代替案の選好度合の変化は起こらず、どちらかの要因に反する場合には、それが原因となって、選好度合が変化し、しいては選好順位の逆転にもつながるような改良型モデルを提案する。

3. 改良型 AHP を構成する 2 つの特性

意思決定分析は、意思決定者のおかれた状況の特殊性を問題解決に反映させるためのものとして位置付けられ [4]、さらに、意思決定者を取り巻く代替案のそれぞれに対する選好度合を表す**選好特性**と、意思決定者に与えられた代替案を取り巻く状況に対する選好度合を表す**状況特性**に分けられる。

本報告では、選好特性を意思決定者が選択することのできる代替案のそれぞれに対する満足度として評価し、状況特性を与えられた代替案集合全体に対する価値として評価し、両者を統合化することにより全体の評価を試みる。

3.1 選好特性

従来の AHP では、同レベルにある要素の重要度を求めるに当たって、和を 1 にする正規化を行っていたことが代替案の選好順位逆転現象の原因として指摘されていた [1]。

そこで、意思決定者に今考えている評価基準の下での希求水準、すなわち、その評価基準に関して満足できる最低ラインを尋ね、この希求水準を代替案集合の中に入れて一対比較し、希求水準における重要度を 1 とするような正規化を行い、

それぞれの代替案や希求水準の重要度の比を算出する。

その意思決定者にとって、満足できる代替案のウエイトは1以上になり、不満のある代替案のウエイトは1より小さくなるという点で、それぞれの代替案に付加された数値はその代替案に対する満足度を表現していると言える。また、希求水準が変化しない限り、各代替案に付加される数値は変わらない。

3.2 状況特性

状況特性は意思決定者に与えられた代替案の集合全体に関する評価のことで、ある評価基準のもとで全体的に見て魅力的な集合であれば、その評価基準のウエイトは高くなると考えられ、あまり魅力の無い集合であれば、評価基準のウエイトは小さくなると考えられる。

そこで、本報告では、代替案集合を取り巻く状況を状況特性として抽出し、この値が大きい評価基準ほどそのウエイトを大きくする。AHPの基本公理によれば、「あるレベルの重要度はその下のレベルの要素には依存しない」とあるため、代替案集合に依存して、むやみに評価基準のウエイトを変化させることは公理に反する。一方で、一対比較の整合性がとれていない場合には、意思決定者の代替案自体に関する選好があいまいであると考えられるから、この場合には代替案を取り巻く状況が意思決定に影響を及ぼすと考えられる。そこで、一対比較の整合性がとれていない場合に限り、整合性の程度に応じて、状況特性を評価基準のウエイトづけに関係させる。

本報告では、与えられた代替案集合を全体的に見たときの魅力を量るために、代替案の平均値が希求水準からどれだけ離れているかで状況特性 C を評価し、この値が大きい評価基準ほど、意思決定者は重要視すると考える。

3.3 両特性の統合

従来のAHPでは、階層構造のそれぞれのレベルにおける要素間でのみ一対比較を行い、代替案の重要度を算出していた。しかし、これまでに述べた通り、与えられた代替案についての選好から全体の評価を求める方法では実際の意思決定過程をうまく記述できるとは限らない。

本モデルでは、次のような観点から代替案の評価を行う。まず、状況特性 C の値が大きいほど、代替案集合に魅力があるので、その評価基準の重要度を増す。また、一対比較の整合性の指標となっている $C.I.$ 値が大きいほど、意思決定者の選好がはっきりしないと判断できるから、評価基準の重要度を小さくする。 $C.I.$ 値が0であるときには、意思決定者の代替案に関する選好がはっきりしていて、周りの状況には左右されないと考えて、状況特性の影響が及ばないようにする。

評価基準の重要度 w について、これらの性質を満たすような定式化が必要となるが、本モデルでは、これらの性質を満たす関数の一つとして、次の式で与える。

$$\begin{aligned} w &= w^B \times C^{f(C.I.)} & (1) \\ 0 &\leq C \leq 1 \\ 0 &\leq f(C.I.) \leq 1 \end{aligned}$$

ただし、 w^B は選好特性により求めた基本重要度、 C は状況特性の値、 $f(C.I.)$ は一対比較行列の整合度 $C.I.$ 値に依存する関数とする。

4. 選好順位逆転現象の整合的解釈の具体例

発表時に、実際の意思決定過程において起こり得る代替案のウエイトの変化とそれによる代替案の選好順位逆転現象を、本報告で提案した手法によって説明できることを示す。さらに、従来手法による説明が困難であることを示すことによって、本手法の有効性を明らかにする。

参考文献

- [1] V. Belton and T. Gear : On a shortcoming of Saaty's method of analytic hierarchies, *OMEGA The International Journal of Management Sciences*, Vol. 11, No. 3, pp. 228-230 (1983)
- [2] A. Tversky, P. Slovic and D. Kahneman: The Causes of Preference Reversal, *The American Economic Review*, Vol. 80, No. 1, pp. 204-217 (1990)
- [3] A.A. Salo and R.P. Hamalainen: Preference assessment by imprecise ratio statements. *Operations Research*, Vol. 40, No. 6, pp. 1053-1061 (1992)
- [4] 榎木哲夫: 意思決定論に基づく異種情報源の融合と協調, 計測と制御, Vol. 32, No. 3, pp. 229-236 (1993)