

AHPのプロジェクト評価への簡便的適用に関する研究

A Study on the Simplification of Applying Analytic Hierarchy Process to Project Evaluation

木下栄蔵**・中西昌武***

by Eizo KINOSHITA and Masatake NAKANISHI

1 はじめに

階層分析法AHP(Analytic Hierarchy Process)は、数学的なモデルにしたがって意思決定を合理的に進める有力な手法としてプロジェクト管理の分野で最近注目を集めている。

この手法は米国の数学者Saatyによって開発されたものであり、分析対象を階層構造として要素表現し、各要素の重要度の違いや規定力の分布を解析しながら代替案の優先度を評価しようとするものである。

AHPは数学的にも安定した優れたモデルであるが、実施に当たっては作業負担が大きいなどの問題も指摘されている。本研究はAHPの実務適用力を高めるための簡便法を検討するものである。

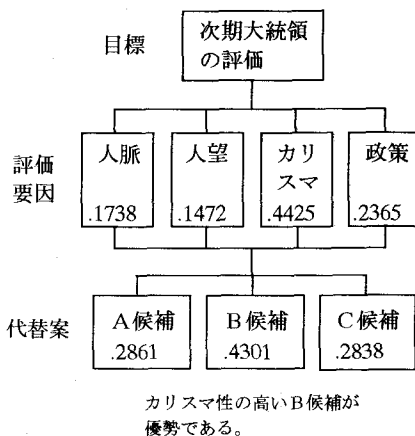


図-1 独立前提階層構造図

2 AHPの適用手順

AHPの適用手順は、これまで次のようなアプローチが代表的なものとして提供されている(図-1を参照)。

1. 各要因の目標貢献度を求める。
2. 各要因に対する代替案の貢献度を求める。
3. 1, 2を元に代替案を総合評価する。

Saatyは1や2の貢献度を求める方法として、初め、比較対象間の一対比較(相対評価法)を提案していたが、実際には比較対象の数が増えるとともに比較作業の負担がいちじるしく増大し、また精度が悪くなるという問題が発生した。そこでこれを解消するために一部の比較を尺度値の選択で行える方法(絶対評価法)が同じくSaatyにより提出された。

3 相対評価法と絶対評価法

著者のひとは情報システム・プロジェクトの実務経験からシステム代替案を適切に検討するための要因数は5~7程度が適当であり、また代替案数は3~7が適当であると考えている。これをもとに相対評価法と絶対評価法の作業負荷の比較を行う。

ここでは作業負荷のパラメータとして、観測数=評価を与える作業数を考える。すなわち、一対比較を1つ行えば観測数を1と数え、5段階評価で1つ値を決めれば観測数を1と数えるものとする。

相対評価法は、要因間の比較も代替案の比較もすべて一対比較で行うものである。これに対し絶対評価法は、要因間の比較を1対比較で求め、次に各要因を評価するための共通尺度(たとえば5段階尺度法)の評定値を一対比較で求め、代替案の評価を各要因に対する尺度値で行うものである(図-2を参照)。

要因数をNとし、代替案数をMとし、尺度値の数

*キーワード AHP手法、プロジェクト評価

**正会員 工博 名城大学

教授 学部新設準備室

(〒468 名古屋市天白区塩釜口1-501)

*** (株) プライド

チーフシステムコンサルタント

(〒540 大阪市中央区内本町1-2-6成起ビル5F)

[相対評価法(RM)]

.2365	政策	A候補	B候補	C候補	
.4425	ガシマ	A候補	B候補	C候補	
.1472	人望	A候補	B候補	C候補	
.1738	人脈	A候補	B候補	C候補	
.7463	A候補	1	8	5	
.0804	B候補		1	1/4	
.1732	C候補			1	

総合評価

A候補	.2861
B候補	.4301
C候補	.2838

[絶対評価法(AM)]

尺度構成：◎優 ○良 △可 ◆疑問 ×不可

尺度	◎	○	△	◆	×
.5078	◎	1	2	5	7
.2495	○		1	2	4
.1309	△			1	2
.0704	◆				1
.0414	×				

総合評価

評価	人脈	人望	ガシマ	政策	
A候補	◎	△	◎	◆	.2841
B候補	◆	◆	△	△	.4343
C候補	△	△	×	◎	.2816

図-2 相対評価法(RM)と絶対評価法(AM)の違い

をRとすると、両アプローチの要因評価後の観測数は次のようになる。

$$\text{相対評価法観測数} = N \cdot mC2$$

$$\text{絶対評価法観測数} = rC2 + N \cdot M$$

ここではもっとも多い5段階評価を前提に、要因数と代替案数が変化する($n=3 \sim 7$)ことにより相対評価法(RM)と絶対評価法(AM)の観測数がどのように変化するか見てみよう(図-3を参照)。

両アプローチの観測数の比較から、5段階評価をとる場合、要因数が5、代替案が4の付近が絶対評価法と相対評価法の選択の分岐点となっていることがわかる。すなわち要因数が5以上で代替案が4以上の場合は絶対評価法のほうが負担がすくない。

アプローチの選択は作業負担だけでは決められないが、評価の品質と作業負担のトレードオフを判断する指針としてこの結果を活用することができる。

4 内部従属モデル

最初Saatyによって提出されたモデルは、要因間、代替案間の従属性を予定しないものであった。

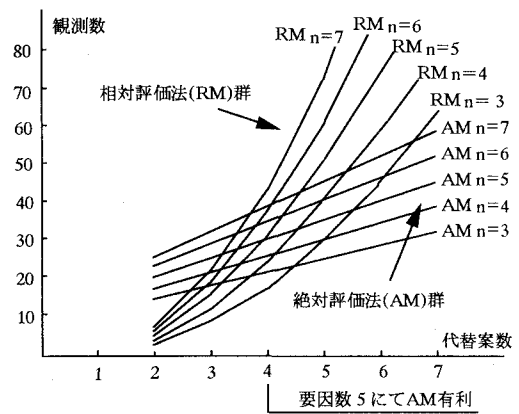


図-3 相対/絶対評価法における観測数の比較

モデルの中に従属性のある要素が混入すると評価の整合性が悪くなるためモデルを構築する際は、あらかじめ従属要素を排除するか上位の要素に統合する必要がある。しかし実務の現場では要素はおおむね従属関係におかれていることのほうが自然である。そのためAHPには適用しやすいケースとそうでないケースがあるのではないかと、この問題の指摘がしばしばなされた。

内部従属モデル(Inner Dependence Model)はこれに対する答えである。内部従属モデルは、要素間の従属関係を別途一対比較で評価しておき、独立関係モデルで求めた評価値を従属関係値で補正しようとするものである。内部従属関係は要因間にも代替案間にも存在する。

内部従属モデルによる評価手順は以下のようものである。

1. 各要因の目標貢献度を求める(独立前提)。
2. 各要因間の従属関係を求める。
3. 1の2による補正→従属前提要因評価値
4. 各要因に対する代替案間の貢献度を求める(独立前提)。
5. 4の従属性補正→従属前提代替案評価値
6. 3および5を元に代替案を総合評価する。

5 簡便法

内部従属モデルは数学的に安定しており優れた手法であるが、従属関係を求める分だけ作業負担が大

きくなっている。これを軽減する方法はないだろうか。

2 および 5 は代替案間の従属性を求める一対比較であり、絶対評価法に切り替えることはできない。ここでは、比較そのものを簡便化する方法を検討する。

非簡便法 (TD: トップダウン型)

代替案間の従属性の評価は要因ごとの影響を受ける。評価は要因間の従属性とこれの影響を受けた代替案間の従属性の両者を反映させる。

簡便法 1. (BU: ボトムアップ型)

代替案間の従属性の評価は要因ごとの影響を受ける。要因間の従属関係は代替案間の従属関係の反映にすぎない。評価は代替案間の従属関係のみ行い、要因間の評価は行わない。

簡便法 2. (BE: ボトムエンド型)

代替案間の従属関係は要因ごとの影響を受けない。要因間の従属関係は存在しない。評価は代替案間の従属関係のみ行い、要因間の評価は行わない。

簡便法 3. (UD: アップダウン型)

代替案間の従属関係は要因ごとの影響を受けない。要因間の従属関係は代替案間の従属関係の反映にすぎない。評価は代替案間の従属関係のみ行い、その結果を用いて要因間の従属関係を定義する。これ以降は代替案間の従属関係の評価は行わない。

簡便法 4. (TE: トップエンド型)

代替案間の従属関係は存在しない。評価は要因間の従属関係のみ行う。

これに従来の独立前提型 (ND) を加えて、それぞれのアプローチの観測数の比較を行ってみよう。要因数を N 、代替案数を M とする。

要因従属関係の比較観測数 $= nC_2$

代替案従属関係の比較観測数 $= N \cdot M \cdot mC_2$

代替案の従属性が要因ごとの影響を受けない場合の代替案従属関係の比較観測数は $N=1$ により $M \cdot mC_2$ となる。

各アプローチの従属性評価の観測数は表-1 にまとめられる。

表-1 従属性評価簡便法の観測数の比較

従属性 評価 観測数			要因従属	
			あり	なし
代替 案 従 属	あり	要因 影響 あり	nC_2 TD	BU
			$+ N \cdot M \cdot mC_2$	$N \cdot M \cdot mC_2$
	なし	要因 影響 なし	nC_2 UD	BE
			$+ M \cdot mC_2$	$M \cdot mC_2$
なし	なし		TE	ND
				なし

作業負荷は $N, M \leq 7$ の場合、おおむねトップダウン型 (TD) > ボトムアップ型 (BU) > アップダウン型 (UD) > ボトムエンド型 (BE) > トップエンド型 (TE) > 独立前提型 (ND) の順に大きい ($N \geq 5$, $M \leq 3$ のときのみ $BE \leq TE$ となる)。

6 簡便法の適用判断

評価は意思決定のためのものである。最小の負荷投入で最大の成果が得られればそれに越したことはない。トップダウン・アプローチ (TD) は、要因評価の段階でひとまず要因間の従属性を評価しようとするが、その場合、何を情報として従属性の評価をしようとしているだろうか。

要因間の従属性は、代替案間の従属性を頭に描きつつ評価していることが多くないだろうか? もしそうであるとしたら両レベルの評価を行うことは作業が冗長であるから要因間の従属性評価で済ます (TE) か代替案間の従属性評価で済ます (BE) か、いずれかを選択することにより作業負担の軽減を講じることがあってよい。あるいはまた、要因間の従属関係は代替案間の従属関係の反映であるとして、代替案 $\times$ 要因ごとの従属関係の評価にとどめる (BU) 方法を

選ぶか、である。さらに進んで、BUの積み上げ結果を、改めて要因従属値に昇格させる(UD)方法も考えられる。

また要因間の従属性は経営管理レベルからの情報であり、代替案間の従属性は実務担当者レベルからの情報であり、両者がこのモデルの中で競合している事態も考えられる。この場合、両者の競合関係の整理をしないままいきなり両レベルの値を入力して総合評価を求めることは危険である。モデルは両者間の干渉をそのまま反映し、意味の読み取りにくい結論を導く可能性がある。

このように考えると、トップダウン・アプローチ(TD)はただ単に作業負荷が大きいのだけでなく、モデルとしてはやや情報過多で使いこなしが難しいように思われる。

モデルの適用は、対象の構造にもっとも近いモデルを選択し活用すべきである。実務場面では、トップダウン・アプローチ(TD)を対象にあわせてグレードダウンしたいいずれかの簡便法が選択的に適用されることが望ましい。

7 簡便法の適用例

以下適用例を紹介する。以下の例は、情報システムを効率的に運用するために必要なツールを選択するときの購買戦略モデルである(図-4を参照)。土計計画等、他分野でも同様の適用が可能である。

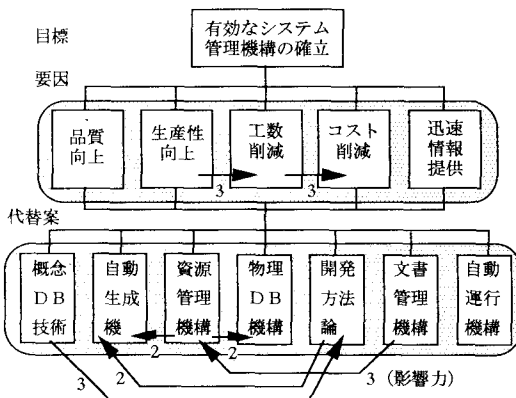


図-4 従属性評価簡便法の適用例

代替案(導入ツール)の数が7つと多い。作業負担は絶対評価法のほうが軽い。ここでは一対比較に

より相互の重みを評価するメリットがないと判断されたため代替案の重みづけには絶対評価法(AM)を採用した。

要因間には従属関係がある。この関係は代替案の関係を積み上げて帰納的に判断されるものでなく、システム特性同士の固有の関係である。

代替案の間には従属関係がある。たとえば、自動生成機の性能は資源管理機構の有無により若干影響を受ける、などである。しかし、代替案間の従属関係は要因の影響を特に受けるわけではない。導入ツール間の機能的関係が従属関係を規定しているにすぎない。

以上のことからこのモデルの従属関係は、要因は要因で(TE)、代替案は代替案で(BE)評価することとした。BEで得られる要因間で共通の影響度を示すN×Nマトリクスを共通影響マトリクスと呼ぶことにする。

$$\begin{aligned} \text{代替案の正味重み} &= \text{共通影響マトリクス(BE)} \\ &\times \text{代替案評価マトリクス(AM)} \\ &\times \text{要因影響マトリクス(TE)} \\ &\times \text{要因評価値(RM)} \end{aligned}$$

この場合の観測数は合計64となる。簡便法をとらなかった場合(RM+TD)の観測数は合計152となる。

簡便法を適切に組み合わせた場合60%程度の観測数を節約することができたことになる。また、簡便法をとらない場合の要因×代替案の影響度の値は要因間で顕著な差がなかったため、評価結果は簡便法による場合とほとんど同じであり、簡便法による情報の損失は発生しなかった。

今後の課題は、各簡便法の適用に関する選別基準を実際の適用事例をもとに明らかにして行くことである。

参考文献

- 1) Thomas L. Saaty: "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, 1980
- 2) 木下栄蔵: 「階層分析法による代替案優先順位決定に関する研究」
高速道路と自動車, Vol.35, No.12, 1992.12
- 3) 木下栄蔵: 「階層分析法による多目的意思決定問題への適用に関する研究」
交通工学, Vol.28, No.1, 1993.1