

階層分析法AHPにおける意思決定ストレスの問題に関する研究

A Study on the Decision Maker's Stress in Applying Analytic Hierarchy Process

中西昌武**・木下栄蔵***

by Masatake NAKANISHI and Eizo KINOSHITA

1 はじめに

階層分析法AHP (Analytic Hierarchy Process)

は、米国の数学者 Saaty により開発されたOR的
意思決定手法としてよく知られている。分析対象を階
層構造的に要素表現し、各要素の重要度の違いや規
定力の分布を通して代替案の優先度を解明しようと
するモデルは理解しやすく、すでに適用事例が各分
野で多く紹介されるに至っている。

AHP の実務適用力をさらに向上させるために、
Saaty が提案し木下が具体化した絶対評価法や、
Harkerによる不完全ペア比較行列法などの有力なモ
デル改善案もいくつか提案されており、今後大いに
発展が期待されている。本稿はこれらの動きに対し
「AHPにおける整合性と意思決定ストレス」の観
点からさらに新しい考え方を加えようとするもので
ある。

2 一対比較法における整合度の要請

Saatyのオリジナルである一対比較法は、いわば
対立要素間の星取り表を巧みに行列演算することに
より対立要素をおのおの重みづけようとするもので
ある。ここでSaatyは一対比較が適切であるか否か
の識別子としてC.I.(Consistency index)を設ける。

C.I.は一対比較行列の固有値によって定義され
るものであり、対立要素間の推移関係が最も適切であ
るときに値が0となる。整合性が悪くなるとC.I.は
大きくなる。たとえば、表-1の場合、

$$A > B > C > D > E$$

のきれいな推移関係が成立しており、C.I.=0とな
る。

表-1 C.I.=0の推移関係

	A	B	C	D	E	重み
A	1	2	4	8	16	0.5161
B		1	2	4	8	0.2581
C			1	2	4	0.1290
D				1	2	0.0645
E					1	0.0323

Saatyは経験則によって、C.I.は0.1以下であること
が望ましいとしている。

どのような状態の時にC.I.>0.1となるかを事例に
よって確かめてみると、表-2の場合、

表-2 C.I.が大きな推移関係

	A	B	C	D	E	重み
A	1	2	3	4	5	0.3631
B		1	5	6	7	0.3535
C			1	7	9	0.1857
D				1	3	0.0623
E					1	0.0354

A > B > C > D > Eの推移関係は成立しているもの
の一種の認知の歪みがあり、C.I.=0.1926となる。つ
まり、推移関係を維持するだけではC.I.の条件を満
足できないことがあることがこれでわかる。また、
推移関係が成立していない場合のC.I.を事例で確認
してみると、表-3の場合、

表-3 推移関係が破られる場合

	A	B	C	D	E	重み
A	1	2	4	8	16	0.5647
B		1	2	4	1/2	0.1622
C			1	2	4	0.1412
D				1	2	0.0706
E					1	0.0614

一対比較行列の一点 (B対E) で、B,C,D,E間の
推移関係が破られており、C.I.=0.2812と整合性も
悪い。

このように見てくると、Saatyはいかにも一対比
較行列を総当たり対等の星取り表のごとく扱いなが
ら、比較の結果に対しては常にきれいな推移関係の
成立を望んでいるように見える。このような要請は

*キーワード AHP、計画基礎論、計画手法論

**名古屋経済大学 講師 経済学部
(〒484 愛知県大山市内久保61-1)***正会員 工博 名城大学
教授 都市情報学部
(〒509-02 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3)

われわれの実際の認識構造とどこまでも合致しているだろうか？

3 循環関係と推移関係

きれいな推移関係を作らない根拠の一つに、われわれの中の認知の歪みを指摘することが出来る。これについては心理学的にも多数成果が報告されており、説明は省略する。

ここでは循環関係について言及する。

(1) ルールによる循環関係

われわれの中には、＜グーチョキパー＞や＜蛙と蛇とナメクジ＞のような循環関係を許すところがある。厳密に見ればこれらの間の対立関係はそれぞれ別の評価要素（グーチョキパーでいえば堅さ・鋭さ・広がり）に分解可能であるが、評価要素自体が自明的に対等でありそもそも不問であるから評価要素の分解は行われない。これらはゲームルールによって規定される循環関係の類であるといえる。

(2) ルールによらない循環関係

ルールによって規定されない状況であっても、意思決定者の内的な価値判断構造によって循環関係が成立する場合がある。例えば、ある人物の中では、

フランス料理＞日本料理
中華料理 ＞フランス料理
日本料理 ＞中華料理

という重み付けが成立しているが、その理由は突き詰めてもよく分からない、というような場合である。この場合は、根拠となる評価要素そのものが識別できない状態にある。

(3) 評価要素間の循環関係

根拠となる評価要素が明確に識別できる場合は、見かけ上は循環関係であっても評価要素ごとではそれぞれ推移関係が成立できる場合がほとんどであり、循環関係とは認められない。通常のAHPの適用対象として扱われ、評価要素の重みの分布が最終的な決め手となる。しかし、評価要素までもが循環関係を生じている場合は、評価要素は決めてとして機能できなくなる（表－4参照）。

SaatyのC.I.規を踏襲すれば暗に否定される循環関係であるが、循環関係を推移関係とは別のひとつの

表－4 車の評価で発生する循環関係

コスト(C) : Car-A>Car-B>Car-C
ステータス(S) : Car-B>Car-C>Car-A
足回り(D) : Car-C>Car-A>Car-B

(評価要素の循環関係)

	C	S	D	重み
コスト(C)	1	2	1/2	0.3333
ステータス(S)		1	2	0.3333
足回り(D)			1	0.3333

C.I.=0.2500

系として認めることが検討されて良い。

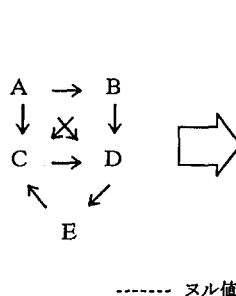
C.I.は、従来、一対比較の品質の指標として認識されがちであったが、C.I.の値を大きくするものの中には循環関係や認知の歪みも含まれている。C.I.はむしろ、これらを検出するための手がかりとして認識し直すことが出来よう。

4 循環関係の分離

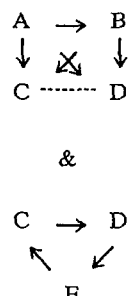
(1) 循環関係の分離手順

ここで、次のような循環関係の分離を提案する。これは推移関係の成立する部分から循環関係を別の系として分離独立させるアプローチである。

(循環関係混合)



(推移関係部分)



(循環関係部分)

図－1 循環関係の分離イメージ

分離手順は以下の通りである。

1. C.I.を確認する。
2. 循環関係の存在を確認する。
3. 循環関係の部分分離する（図－1参照）。

推移関係部分は非完全ペア比較行列として残る。

4. 一対比較は推移関係部分のみで行う。
5. 循環関係部分はその意味を綿密に調査する。

(2) 非完全ペア比較行列の計算方法

非完全ペア比較行列の計算方法については、Harkerが提唱している手法（Harker近似法）を採用する。すなわち、「ヌル値は0で置き換え、ヌル値の数を行列の当該行の対角値に加える」方法である。Harker近似を用いるとC.I.=0になる。上の図の事例で言えば、表-5の循環関係混合行列を表-6の推移関係部分と表-8の循環関係部分の2つの行列に分解することになる。

表-5 循環関係混合行列

	A	B	C	D	E	重み
A	1	2	4	8	16	0.5306
B		1	2	4	8	0.2653
C			1	2	1/2	0.0875
D				1	2	0.0663
E					1	0.0503

(C.I.=0.1471)

推移関係部分にはヌル値が含まれているので非完全ペア比較行列となりHarker近似行列（表-7）に変換する。図表ではヌル値をXで表示した。

表-6 推移関係部分

	A	B	C	D	E
A	1	2	4	8	16
B		1	2	4	8
C			1	X	X
D			X	1	X
E			X	X	1



表-7 Harker 近似行列

	A	B	C	D	E	重み
A	1	2	4	8	16	0.5161
B		1	2	4	8	0.2581
C			3	0	0	0.1290
D			0	3	0	0.0645
E			0	0	3	0.0323

表-8 循環関係部分

	C	D	E	重み
C	1	2	1/2	0.3333
D		1	2	0.3333
E			1	0.3333

C.I.=0.2500

(3) 要素循環関係への還元

循環関係は見かけ上、さまざまな規模で発生する。しかし、いずれの循環関係も必ず何らかの3つ組の単位循環関係に還元可能である。大きな循環関係を見つけた場合は単位循環関係にひとまず還元することから分析を始めることになる（図-2参照）。

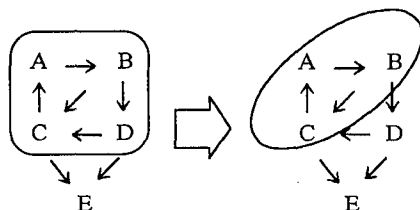


図-2 単位循環関係への還元

5 意思決定ストレスの指標としてのC.I.

循環関係の拮抗が強くなるとC.I.が大きくなる。

（表-9、10参照）

表-9 C.I.が大きい

	C	D	E	重み
C	1	3	1/3	0.3333
D		1	3	0.3333
E			1	0.3333

C.I.=0.6667

表-10 C.I.が非常に大きい

	C	D	E	重み
C	1	5	1/5	0.3333
D		1	5	0.3333
E			1	0.3333

C.I.=1.6000

拮抗の大きな循環関係を含む循環関係混合行列のC.I.も大きくなる。

重みの分布だけでは循環関係の拮抗の度合いはつかめないが、C.I.は拮抗の大きさの指標となる。また2で述べたように推移関係が成立する場合においても認知の歪みが発生すればC.I.は大きくなる。

このことから、C.I.を意思決定局面におけるジレンマや認知的不協和感の尺度として使用することもできる。このことを＜意思決定ストレス＞と呼ぶことにしよう。重み付けにバグがある場合も、未完了感からストレスは発生する。つまり、一対比較の結果C.I.が大きくなった場合は3つの意思決定ストレスが考えられることになる。

1. 重み付けのバグがもたらす未了感
2. 推移関係の中の認知の歪みがもたらす屈折感
3. 循環関係がもたらす停滞感

逆に、一対比較の結果に対し違和感がある場合は上の3つのいずれかの可能性を検討することから始めることが出来る。

6 絶対評価法と意思決定ストレス

意思決定ストレスは、一対比較（相対評価法：Relative Measurement Method）において認識されるものであり、C.I.はその指標として機能する。

絶対評価法(Absolute Measurement Method)は一対比較法に見られる順位逆転現象や比較負荷問題を克服する手法である。絶対評価法の場合、一対比較は評価要素間の比較と、評価尺度の構成でのみ用いられる。代替案の評価は、評価要素それぞれの尺度に対する代替案のプロットによって行なわれ、ここには一対比較は存在しない。従って、代替案の評価にはC.I.は発生しない。絶対評価法では、意思決定ストレスはどのように扱われるべきであろうか？

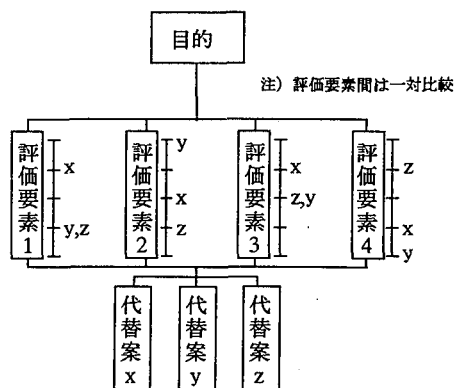


図-3 絶対評価法の適用イメージ

絶対評価の場合、代替案を評定する段階は選択肢として与えられており、代替案の評価は、一対比較でなく、段階評定で行うコントロールが仕組みされている。意思決定者が、代替案間の循環関係を潜在的に抱えていたとしてもそのことは評価プロセスに現れない。埋没したままである。つまり、絶対評価法

では、意思決定ストレスは明示できない。また、循環関係の識別はできない。

このことは次のような相対評価法と絶対評価法との適用局面の違いを示唆する。

1. 意思決定ストレスに着目したきめの細かい分析を行いたい場合は相対評価法が適している。
2. 意思決定ストレスに着目する必要がなく効率的に分析を行いたい場合は絶対評価法が適している。

相対評価法と絶対評価法の違いは、計算方法の違いですべて説明できるものではない。

7 今後の課題

意思決定ストレスは、C.I.を手がかりに評価上のバグ、認知の歪み、循環関係を順次探り当てて、分析を深めるものであるが、ここで検出される意思決定ストレス要因は単なるバグを除けば、一対比較行列に関わるどの評価要素にも還元できない基本的な要因として捉えることが出来る。

しかし通常のAHP事例であっても、個々の評価要素間で代替案の推移関係が著しく異なる場合には何らかの意思決定ストレスが働いているに違いない。このような意思決定ストレスは、C.I.や循環関係による一対比較行列内在的な分析によっては捉えられない。

このような一対比較行列外在的な意思決定ストレス要因については、階層整合比（C.R.:Consistency Ratio の一種の階層的総和）や感度分析（Sensory Analysis）などの技法を加えた分析が必要となろう。これは次の課題である。

意思決定ストレスの概念はまだ仮説的であり、今後、理論面、事例面の双方から引き続き検討を重ねて行く必要がある。

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
- 4) 木下栄蔵: 『AHP手法と応用技術』, 総合技術センター, 1993