

ファジィ AHP(HFI, 階層化ファジィ積分)

専修大学 商学部
高萩栄一郎

1 はじめに

このプリントは、「ファジィ積分計算 WEB」を使って、ファジィ積分の計算ファジィ AHP を実行するためのテキストである。

<http://www.senshu-u.ac.jp/%7ethc0456/fuzzyweb.html>

から、計算システムを利用できる。

このテキストでは、図 1 の階層図のようなスキー場の選択を例に説明していく。

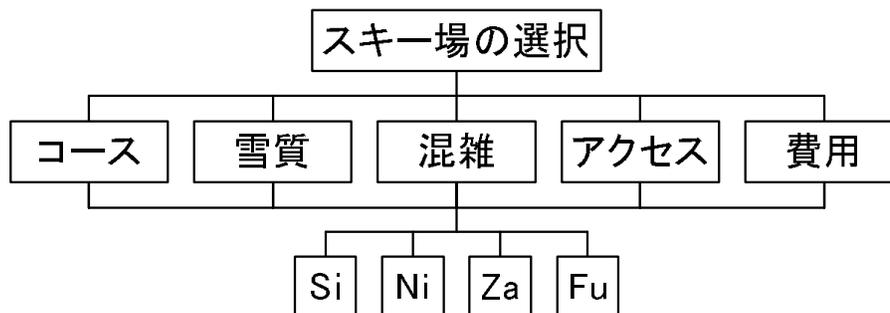


図 1: 例題の AHP

2 ファジィ AHP とは

ファジィ AHP は、AHP の総合評価値の加重和の計算を、ファジィ積分の 1 つであるシヨケ積分に置き換え、評価項目間の相互作用を加えた総合評価を行えるようにしたものである。

本節では、図 1 の例題を用いて説明する。

通常の AHP の場合、

1. 評価項目間の対比較をし、各評価項目の重要度を求める。
2. 各評価項目について代替案間の対比較を行い、各評価項目についての各代替案の個別評価値を求める。
3. 2. の個別評価値を 1. の重要度に基づく加重和を求め、それを総合評価値にする。

とする。

図 1 のスキー場の選択の場合、

1. 評価基準は、「コース」、「雪質」、「混雑」、「アクセス」、「費用」の 5 つとなる。それぞれの対比較を行い、重要度を求める。例えば、表 1 となったとする。

表 1: 評価項目間の対比較結果

コース	雪質	混雑	アクセス	費用
0.359925	0.184901	0.359925	0.0647937	0.0304549

2. 代替案間の対比較は、まず、「コース」について、「Si」、「Ni」、「Za」、「Fu」の 4 つのスキー場について対比較を行い、コースについての各スキー場の個別評価値を求める。同様に、「雪質」、「混雑」、「アクセス」、「費用」について、対比較を行う。その結果が、表 2 のようになったとする。

表 2: 代替案間の対比較結果 (個別評価値)

	コース	雪質	混雑	アクセス	費用
Si	0.61592	0.04732	0.08333	0.32296	0.56601
Ni	0.19125	0.29686	0.41667	0.04438	0.03988
Za	0.09208	0.08752	0.08333	0.53862	0.26742
Fu	0.09985	0.56829	0.41667	0.09432	0.12670

3. 表 3 のように、重要度 (表 1) と個別評価値 (表 2) の加重和を求め、総合評価値とする。

となり、Fu スキー場がトップになる。

ファジィ AHP と上記の従来の AHP とで異なるのは、3. の加重和を求める部分である。従来の AHP では、加重和という計算方法を用いるが、他の計算方法、例えば、最小値や最大値を用いることもできる。最小値を用いる方法は、代替案を総合評価するとき、一

表 3: 総合評価値の計算

	コース	雪質	混雑	アクセス	費用	総合評価値
Si	0.22169	0.00875	0.02999	0.02093	0.01724	0.29859
Ni	0.06884	0.05489	0.14997	0.00288	0.00121	0.27779
Za	0.03314	0.01618	0.02999	0.03490	0.00814	0.12236
Fu	0.03594	0.10508	0.14997	0.00611	0.00386	0.30096

一番悪い個別評価値のみを使う方法である。たとえば、Si の総合評価（表 2 を参照）では、雪質の評価値の 0.04732 がもっとも低く、この 0.04732 を総合評価値にする方法である。逆に、最大値を用いる方法は、一番よい個別評価値のみを使う評価法で、例えば Ni では混雑の 0.41667 が最大値になり、これを総合評価値とする方法である。

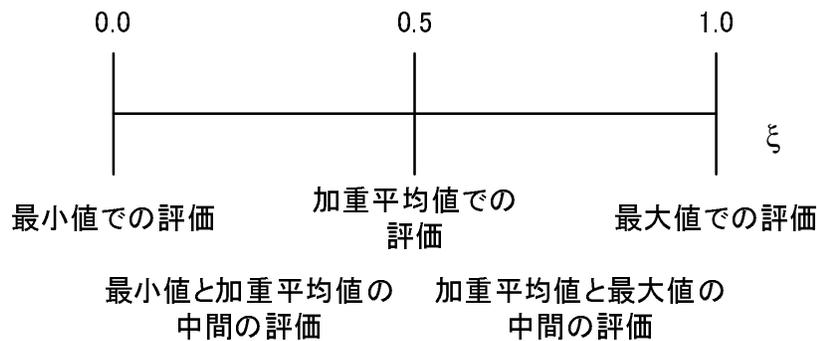


図 2: ファジィ AHP の考え方

本テキストで扱うファジィ AHP は、図 2 のように、 ξ (グザイ) を変化させて、自由に最大値と加重平均値、最小値と加重平均値の中間の評価を行うことができるようにしたものである。最大値に近い評価は、「どこか 1 つでも良い点があれば、その点を重要視して総合評価する」という態度での総合評価法であり、最小値での評価は、「悪い点がない」という総合評価である。

商品（この例では、「スキー場で遊ぶ」というサービス）を選択する場合、「気に入らない点が無い」という最小値に近い総合評価を行うことが多い。そこで、以下では、 $\xi = 0.2$ で分析することが多い。ただし、0.2 という数値には理論的な根拠は無いが、経験的にこのくらいの値が商品の選択には使われるという値である。

この $\xi = 0.2$ を使ったものと、最大値、加重平均値との比較を表 4 に示す。それぞれ、中間の値になっていることがわかる。

表 4: 最大値, $\xi = 0.2$, 加重平均値

	コース	雪質	混雑	アクセス	費用	最小値	$\xi = 0.2$	加重平均値
Si	0.6159	0.0473	0.0833	0.3230	0.5660	0.0473	0.1457	0.2986
Ni	0.1913	0.2969	0.4167	0.0444	0.0399	0.0399	0.1930	0.2778
Za	0.0921	0.0875	0.0833	0.5386	0.2674	0.0833	0.0926	0.1224
Fu	0.0999	0.5683	0.4167	0.0943	0.1267	0.0943	0.1809	0.3010

表 5: ξ と感性

$\xi < 0.5$	$0.5 < \xi$
優加法的	劣加法的
補完的 相乗効果	代替的 相殺効果
バランス重視 欠点がないことを重視 消極的な 慎重な 悲観的な 保守的な 確実性重視	個性重視 よい点があることを重視 積極的な 大胆な 楽観的な 冒険的な 可能性重視
$\xi = 0$	$\xi = 1$
AND MIN(最小値)	OR MAX(最大値)

なお、感性工学的な言葉との対応表を表 5 に示す。また、ファジィ積分の説明は省略する。[1] や [2] を参照してほしい。

また、 ξ を変化させてた場合の総合評価値の変化させて、図 3 のような感度分析を行うことが多い。この例の場合、 ξ によって、順位が大幅に入れ替わる (表 6 参照)。

Ni は、悪い点が無いことを評価する場合 ($\xi = 0.01 \sim 0.31$) 1 位になる。各代替案で悪い評価値を重要視するが、良い評価値も多少評価する総合評価法である。この評価者の重要度が高い評価項目は、「コース」、「雪質」、「混雑」の 3 つであり (表 1 参照)、表 2 を見る

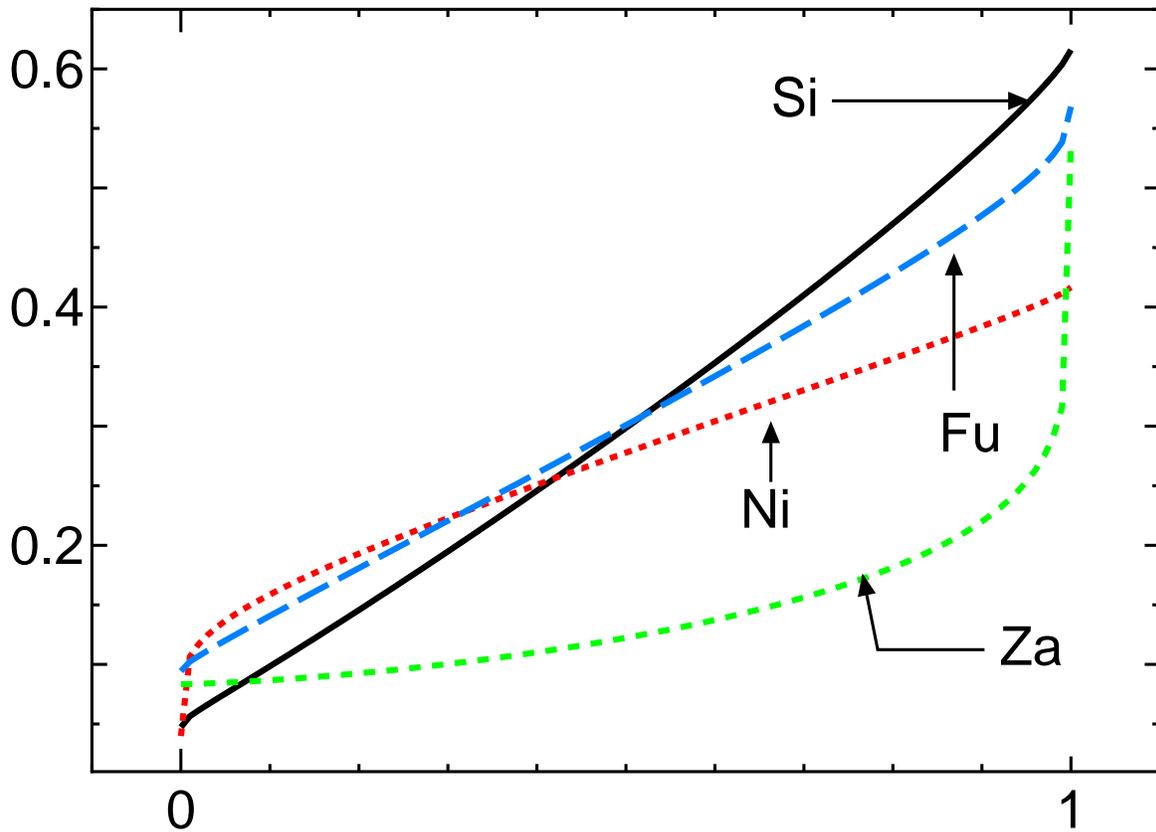


図 3: ξ を変化させた場合のグラフ (感度分析)

と、Ni は、この 3 つの評価項目の評価値をバランスよくまあまあの得点している。ただし、Ni のアクセス、費用の評価値は低い、これらの評価項目の重要度は低いので総合評価にはあまり影響しない。しかし、極端に ξ が低い場合、大きく影響を与える。Ni のグラフが、 $\xi = 0$ 付近で急落しているのはこのためである。

Fu は、(加重)平均的な評価法の場合 ($\xi = 0.32 \sim 0.51$)、1 位となる。従来の AHP ($\xi = 0.5$) のとき 1 位になる。また、 $\xi = 0.32 \sim 0.51$ の場合、 $\xi = 0.3$ 点台も含まれるので、多少、悪い点を重要視した場合もこの Fu になる。Fu は加重平均では高い総合評価値だが、この評価者が重用しているコース、雪質、混雑度のうち、コースの評価値が低いことで、 $\xi = 0.2$ 付近では、他の代替案に比べて、総合評価値が小さくなる。

Si は、良い点があることを評価した場合 ($\xi = 0.52 \sim 1$) 1 位となる。Si は、重要視しているコース、雪質、混雑のうち、コースで飛び抜けて評価点が高く、これが、良い点があることを重視するときに、総合評価値が高くなることにつながっている。また、各評価項目の重要度を無視した最小値の場合 ($\xi = 0$) も Si が選ばれる。

表 6: ξ と順位

ξ	Si	Ni	Za	Fu
0.00	3	4	2	1
0.01 ~ 0.07	4	1	3	2
0.08 ~ 0.31	3	1	4	2
0.32 ~ 0.51	2	3	4	1
0.52 ~ 0.99	1	3	4	2
1.00	1	4	3	2

各グラフの線は、右上がりになっている。これは、 ξ が大きくなれば、総合評価値も大きくなるという単調性を持っている（水平線になることもあるが、その場合はすべての個別評価値の値が同じ場合である）。したがって、 $\xi = 0.1$ のときの総合評価値と $\xi = 0.9$ のときの総合評価値とを比べると、0.9 の場合の値が大きくなる。したがって、異なる ξ での総合評価値を比較することはできない。

3 ファジィ AHP を Web で計算する

スキー場の選択を例に、Web で計算する方法を説明する。

各評価基準についての代替案間の一対比較（表 2 の値を求める作業）は、あらかじめ計算しておく。計算の仕方は、

<http://www.senshu-u.ac.jp/%7ethc0456/AHP/>

の「AHP Web」の中の「AHP のレポート作成法 (ahpwebn.pdf)」を参照し、表 2 のような表を事前に作成しておいてほしい。各評価基準の重要度の表（表 1）は、事前に作成する必要はない。なお、HFI の場合、一対比較により表 2 の値を求めなくても良い。何らかの方法で表 2 のような表を事前に作成しておけばよい。

以下、例題に沿って手順を示す。

(1) アクセス 次の URL

<http://www.senshu-u.ac.jp/%7ethc0456/fuzzyweb.html>

にアクセスし、「 ファジィ測度（相互作用の度合いを指定した）シヨケ積分の計算」をクリック

- (2) 評価項目数，データ数 評価個目は，コース，雪質，混雑，アクセス，費用であるので，評価項目数は5と入力し，データ数は，Si,Ni,Za,Fuなので4と入力する．
- (3) 評価項目名の入力 コース，雪質，混雑，アクセス，費用を入力する．
- (4) 評価項目の重要度の決定方法 一対比較を選択する（重要度があらかじめわかっているときは，手入力を選択）．
- (5) 重要度の入力 一対比較を行う．適当な位置をクリックする．
- (6) 重要度の確認，相互作用の度合の決定 ξ を手入力を選択（他の方法は，[1]を参照）．
- (7) 相互作用の入力 ここでは，経験的な値，0.2を入力する．
- (8) ファジィ測度の同定方法の選択 ここでは，「入力の数基準」を選択．それぞれの方法の説明は，[1]を参照
- (9) ファジィ測度の表示 以上で同定したファジィ測度が表示されるので，確認する．
- (10) 入力値の入力 表2の値を入力する．No.1はSiに，No.2はNi...に対応させる．
- (11) ショケ積分結果の表示 総合評価値などが表示される．総合結果を表計算ソフトに移すには，次のようにする．

1. 結果のテキストファイルの「txt***.txt」(***は，場合により異なる)をクリック
2. メニューバーの 編集 → すべて選択
3. メニューバーの 編集 → コピー
4. 表計算ソフトの適当なセルをクリック
5. メニューバーの 編集 → 形式を選択して貼り付け
6. テキストを選択
7. ブラウザで，←(BACK) ボタンをクリックすれば，元に戻る

- (11) 感度分析の設定 変化させる値は，「 ξ 」に，感度分析をするデータは，1から4までをそれぞれの欄に入力する．

1	2	3	4						
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--

- (12) 感度分析 図3のようなグラフが表示される．「結果のテキストファイル」には，表計算等で図3のようなグラフを書くときに必要なデータが入っている．(11)と同様な方法でデータを移すことができる．また，「ファジィ測度の変化のテキストファイル」には，感度分析を行う上で利用したファジィ測度の変化が記述されている．

参考文献

- [1] 日本ファジィ学会評価問題研究会編集, 「ファジィ評価: ファジィ測度とファジィ積分」科学技術出版 (2001 年出版予定)
- [2] 中島信之, 「ファジィ数学のおはなし」培風館 (1997)

問い合わせ先

高萩栄一郎

専修大学商学部

E-mail takahagi@isc.senshu-u.ac.jp

URL: <http://www.senshu-u.ac.jp/~thc0456/>

住所 〒214-8580 神奈川県川崎市多摩区東三田 2-1-1

TEL 044-900-7988

FAX 044-900-7849

©2001 高萩栄一郎