国際研究論叢　19（2）：1～13，2006

AHPの一対比較値に関する考察

小　谷　直　也＊1　古　殿　幸　雄＊2

A Study on the Pairwise Comparison Scale in AHP

Naoya Kotani＊1　Yukio Kodono＊2

Abstract

This article deals with the pairwise comparison scale in Analytical Hierarchy Process（AHP）, employing the fuzzy concept.

The objective was to determine a method of deriving the weights of evaluation items and their alternatives.

Specifically the membership function of the pairwise comparison scale was estimated of the basis of experimental data.

Both qualitative and quantitative experiments with AHP were conducted using the fuzzy pairwise comparison scale and the effectiveness of the method was examined by comparing margins of error of the consistency index, the comprehensive evaluation and the true value.

キーワード

AHP、一対比較値、メンバーシップ関数、ファジィ理論

１．はじめに

AHP（Analytic Hierarchy Process=階層化意思決定法）[1] は、人間の行動原理を対象とする「複数の問題はどちらが重要か」という行動（思考）パターンに基づき作られたモデルである。そして、経験や勘である客観的な行動を階層により評価を行い、数学的に処理をする事により、偏った主観に陥ることのない総合判断ができる手法である。

本論文では、AHPで用いる一対比較値に対して、ファジィ概念を導入する方法について検討し、評価項目や代替案のウェイトの導出を行う方法について考察している。

ところで、AHPにファジィ概念を導入する方法は、一対比較行列に含まれる不確実さを反映させるために、ウェイトを区間値にする方法 [2] や一対比較行列の要素にファジィ数を導入し、ファジィ逆数行列を用いる方法 [3] などが提案されている。また、一対比較

＊１こたに　なおや：大阪国際大学大学院経営情報学部博士課程
＊２こどの　ゆきお：大阪国際大学経営情報学部教授〈2005.10.11受理〉

値にファジィ概念を導入するために、一対比較値の形状を検討する実験を行い、その実験結果から推定される新たなファジィ一対比較値が、著者らによって提案[4]され、その有用性が検討[5]されている。

本論文では、まず一対比較値のメンバーシップ関数を推測するための実験を行う。次に、この実験で得られたデータからメンバーシップ関数を推測して、推測した値を一対比較値として用いる方法を提案する。そして、このファジィ一対比較値の代表値を用いて定性的な実験と定量的な実験のAHPを行い、整合度や総合評価、真値との誤差を比較し、その有効性を検討している。

２．AHP

AHP（階層化意思決定法）とは階層的構造（図１）を基本的構造の道具として用い、1970年代にSaatyによって開発された意思決定の手法である[6],[7]。

階層的構造とは、問題、評価基準、代替案の３項を階層的にとらえ、階層構造の一番上は１つの要素からなる問題（Goal）である。それより下のレベルでは問題解決の当事者（複数の場合もある・多階層）の判断により、いくつかの要素数（評価基準の数）が１つ上のレベルの要素（問題か評価基準）との関係から決められる。また、レベルの数は解決すべき問題の性質によって決められる。最後に階層の一番下に代替案を置く[8]。

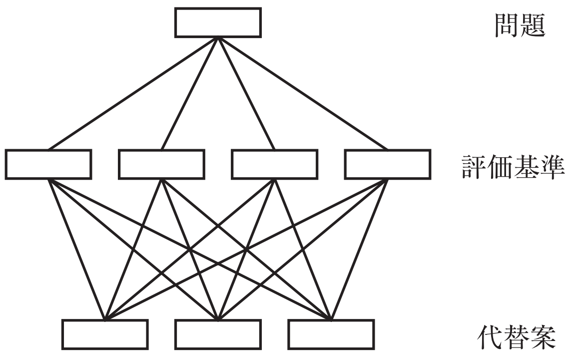

図１　階層図

AHPは、決定に関した要素を階層構造によって把握し、対立する要素も取り込むことができる。また尺度の違う要素も比較することができ、計量可能でないようなフィーリングや好みといったものまでも扱うことができる手法で、経験や勘という感覚情報を意思決定のプロセスにおける重要な要素としている。したがって、人間のメカニズムに直接切り込んだ手法と言える。

AHPでは、人間の分析能力を階層構造に従って積み上げることで、近似的な仮説をもうける。そして、計量的な方法を適用することにより、人間の感性に及ばない事例にも対処できるという特徴がある。

階層構造の構築後、「要素 i は要素 j と比較してどれくらい重要か」と２つずつ比べる一対比較を行う。この一対比較は、１つ上のレベルにある関係要素のもとで行う。n を対象の比較要素の数とすると、意思決定者は、$_nC_2$個の一対比較をすることになる。さらに、この一対比較に用いられる値は1/9,1/8,…,1/2,1,2,…8,9（表１）とする。

以上のようにして得られた各レベルの一対比較行列（既知）から、各レベルの要素間の重み（未知）を計算する。これには一対比較行列の固有値ベクトルの値を用いる[8]。これにより、被験者個人の価値観が反映される。

表１　一対比較値

（要素 j と比較して要素 i は）	→	(a_{ij})
同じくらい重要	→	1
若干重要	→	3
重要	→	5
かなり重要	→	7
絶対的に重要	→	9
補間的に用いる	→	2，4，6，8
$a_{ij}=1,\quad a_{ji}=1/a_{ij}$		

さて、AHPを理論的に説明すれば、次のようになる。

階層のあるレベルの要素 $A_1,A_2,\cdots,A_n$ のすぐ上のレベル要素に対する重み$w_1,w_2,\cdots,w_n$を求める。このとき、要素 A_i の要素 A_j に対する重要さの程度を a_{ij} とすれば、要素 $A_1,A_2,\cdots,A_n$ の一対比較行列は $A=\left[a_{ij}\right]$ となる。もし、$w_1,w_2,\cdots,w_n$が既知のとき、$A=\left[a_{ij}\right]$ は次のようになる。

$$
A=\left[a_{ij}\right]=\begin{array}{c c}
 & \begin{array}{cccc} A_1 & A_2 & \cdots & A_n \end{array} \\
\begin{array}{c} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{array} &
\begin{bmatrix}
w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\
w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\
\vdots & \vdots & & \vdots \\
w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n
\end{bmatrix}
\end{array}
\qquad (2.1)
$$

ただし、

$$
a_{ij}=w_i/w_j,\quad a_{ji}=1/a_{ij},\quad W=\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}
$$

$$
i,j=1,2,\cdots,n
$$

である。

ところで、この場合すべての i,j,k について $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ が成り立つ。このことは、意思決定者の判断が完全に首尾一貫しており、整合性が保たれていることを示す。この一対比較行列 A に重みベクトル W を掛けると、ベクトル $n \cdot W$ を得る。すなわち、

$$A \bullet W = n \bullet W \tag{2.2}$$

となる。また、この式は固有値問題

$$(A - n \bullet \mathrm{I}) \bullet W = 0 \qquad (\mathrm{I}\text{は単位行列}) \tag{2.3}$$

に変形できる。ここで $W \neq 0$ が成り立つには、n が A の固有値にならなければならない。このとき W は A の固有ベクトルになる。さらに、A のランクは1であるから、固有値 $\lambda_i (i = 1,2,\cdots,n)$ は1つだけが非零で他は零となる。また、A の主対角要素の和は n であるから、ただ1つ零でない λ_i を $\lambda_{\max}$ とすると、

$$\lambda_i = 0, \quad \lambda_{\max} = n \qquad (\lambda_i \neq \lambda_{\max}) \tag{2.4}$$

となる。したがって、$A_1, A_2, \cdots, A_n$ に対する重みベクトル W は A の最大固有値 $\lambda_{\max}$ に対する正規化した（$\Sigma w_i = 1$）固有ベクトルとなる。

ところで、実際に複雑な状況下の問題を解決するときは W が未知であり、W' を求めなければならない。したがって、W' は意思決定者の答えから得られた一対比較行列を用いて計算する。すなわち、この様な問題は、

$$A'W' = \lambda'_{\max} W' \qquad (\lambda'_{\max}\text{は}A'\text{の最大固有値}) \tag{2.5}$$

となる。したがって、W' は A' の最大固有値 $\lambda'_{\max}$ に対する正規化した固有ベクトルとなる。これにより未知の W' が求まる[8]。

3．AHP評価法

AHPの評価として、Saatyは A' の整合性がとれなくなるにつれて、必ず $\lambda_{\max}$ が n より大きくなる事を下記のSaatyの定理より明らかにしている。

$$\lambda_{\max} = n + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \frac{(w'_j a_{ij} - w'_i)^2}{w'_i w'_j a_{ij} n} \tag{3.1}$$

（3.1）式より、常に $\lambda_{\max} \geqq n$ が成り立ち、整合性の尺度として次の整合度指数（Consistency Index；以下C.I.とする）を用いて評価することができる。

$$C.I. = \frac{\lambda'_{\max} - n}{n - 1} \tag{3.2}$$

このC.I.値では、行列 A' には n 個の固有値があり、その和は n となる事が分かっているので、分子は、$\lambda'_{\max}$ 以外の固有値の大きさを示す指標とみることができる。そして（$n-1$）個の固有値で、この指標を有するので、固有値1個当たりのこの指標の平均値となる。

したがって、行列 A が完全に整合性があるときのC.I.値は0で、整合性が低いほど値は大きくなる。ただし、Saatyは、C.I.値が0.1（場合によっては0.15）以下であれば合格とすることを経験則により提案している[1]，[8]。

このC.I.の値によってAHPの評価が可能になる。

4．メンバーシップ関数を推定するための実験

ここでは、AHPで用いられる一対比較値に対して、人間の主観的なあいまいさが、どの程度含まれているかを調査する目的で行った実験について述べる[4]。実験では、図２で示すような２つの面積図形を比較することで、人間の主観的なデータと実際の物理的データを収集する。

具体的なデータ収集は、画面上にランダムに表示される図形A、Bに対して「図形Bの面積は図形Aの面積の何倍か」を１倍から９倍の選択項目の中から選ぶ。図形Bはランダムに表示される図形Aの１倍､1.25倍､…､9.75倍までの36種類あり、各10回を表示するようにして、合計360回のデータを被験者１名に対して収集する。たとえば、図形Aの面積が３cm^2であれば図形Ｂは９倍の27cm^2であったり、また図形Ａが１cm^2であれば図形Ｂは９倍の９cm^2であったりと、同じ９倍でも図形Ａの大きさは固定されていない。当初は１倍、1.1倍､1.2倍､1.3倍､…と0.1間隔でデータを収集することも考えたが、１人の被験者の疲労などが問題となるため、この様な回数に設定した。

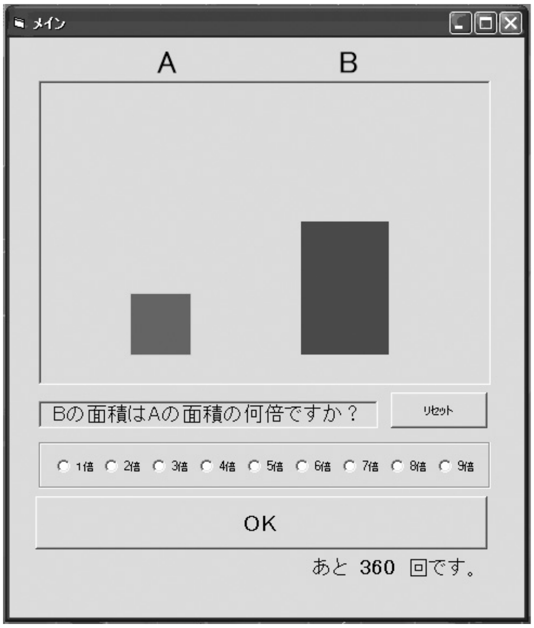

図２　実験画面

以上の様な実験を被験者25名に対して行った。その結果の一部を図３、４に示す。

図３は、ある被験者のデータである。この図から１倍と表示された図形を１倍と回答していることが100％であることが分かる。続いて２倍も同様に２倍と答えている。しかしながら､３倍以降になると実際の大きさとの比較が難しくなっていることが示されており､

同じ倍数と回答する割合は50％前後の範囲となった。

　また、図４は平均的傾向をみたものである。図３の被験者のデータと同様に、３倍以降は実際の大きさとの比較が難しくなっていることが示されており、同様のことが平均的傾向からもうかがうことができる。

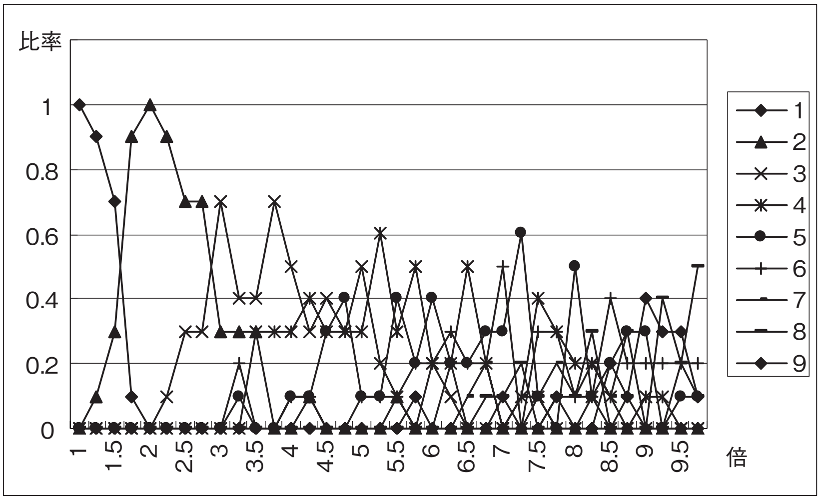

図３　実験データの例

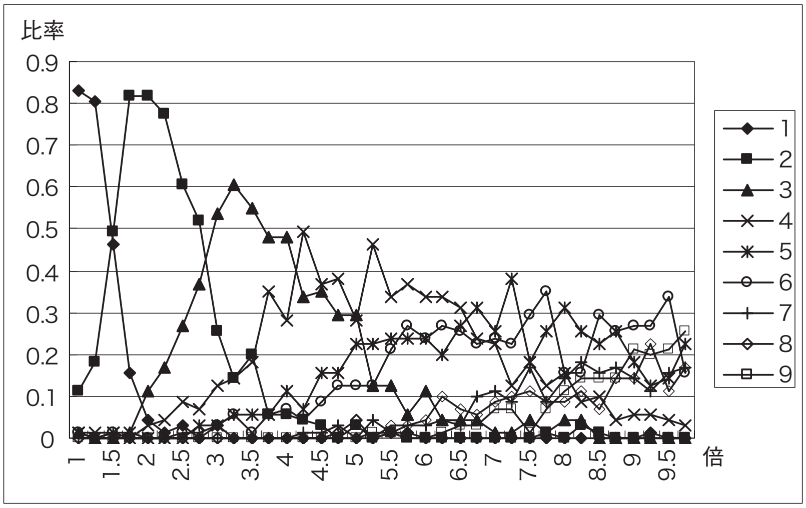

図４　被験者の平均

５．実験データによるメンバーシップ関数の推定

今回の実験によって得られた被験者25名の実験データから、次のようなパターンがみられた。

① 個々のデータによって比較の困難さには差があるが、倍数が大きくなるにつれて台集合が大きくなる傾向がある。つまり、１倍、２倍に対しての台集合は小さな範囲にあるが、７倍の図形を４倍や９倍と答えたり、９倍の図形を３倍と答えたりと、台集合は大きな範囲に広がっている。

② １倍、２倍、３倍までは、ほぼ正規性を保っているが、４倍以上になると、あいまいさが数字とともに大きくなる傾向がある。８、９倍になると半分以上異なる倍数を選択している。

①、②より、倍数が増すごとに人間の主観性は、よりあいまいになっていることが分かる。直観的に考えれば、対象を比較する場合で同じ程度の重要さの比較では、人間はそれ程あいまいさが含まれない比較ができ、対象の重要さが離れるに従ってあいまいさが含まれる比較になっていくものと考えられる。

すなわち、１倍、２倍（同じ程度の対象どうし）の比較では、人間の感覚での判断が容易であるものと考えられる。また、３倍から９倍の比較に関しては人間の感覚での判断があいまいになっていることが示されていると考えられる。このことから、より細かく図形の大きさを設定しても同じ結果になると考えられる。また、人間の感覚による判断の難しさから多くの選択肢を使用することよりも、少ない選択肢を用いる方が好ましいであろうと考えられる。

したがって、AHPの一対比較値は、１倍から９倍までの９つの選択項目があるが、人

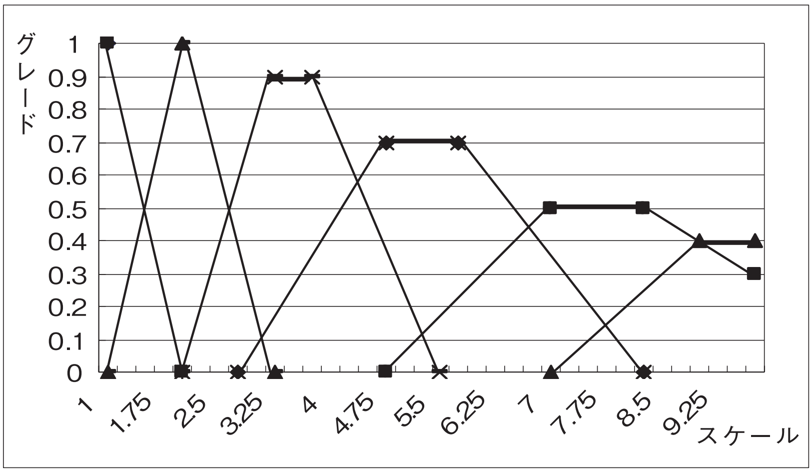

図５　メンバーシップ関数の推定

間のあいまいさを含めた６つ程度のメンバーシップ関数で処理する方が良いであろうと考えられる。

以上のことから、図５のような６つ程度のメンバーシップ関数を想定することで、人間の主観的なあいまいさを考慮したファジィ一対比較値の導入を提案する。

このメンバーシップ関数の代表値を基に、ファジィ一対比較値を作成したものが表２である。

表２　ファジィ一対比較値

（要素 j と比較して要素 i は）	→	(a_{ij})
同じくらい重要	→	$\underset{\sim}{1}$
若干重要	→	$\underset{\sim}{2}$
少し重要	→	$\underset{\sim}{3.5}$
重要	→	$\underset{\sim}{5.5}$
かなり重要	→	$\underset{\sim}{7.25}$
絶対的に重要	→	$\underset{\sim}{9.5}$
$a_{ij}=1$，$a_{ji}=1/a_{ij}$		

６．ファジィ一対比較値を用いる実験１

ここでは、表２（図５）のファジィ一対比較値を基にAHPを用いる実験を行う。そして、従来のAHPとファジィ一対比較値の代表値でのAHPとのウェイトとC.I.値の結果を比較検討する。

本実験では、「新車購入の決定」を問題として、被験者には、「値段」、「燃費」、「広さ・空間」、「メーカー」、「エンジン」、「最大出力」の６つの選択肢から４つを選択したものを評価基準とし、代替案は、「ミニバン」、「ステーションワゴン」、「Lサイズセダン」などの８クラスから１つのクラスを選択し、そのクラス中の「フィット」、「シエンタ」、「スカイライン」、「ライフ」などの車体を、８クラス８車体、計64車体の中から３車を被験者自身が選択する形で、AHPを行った。

代替案の例として、フィットならば、値段を114万５千円、燃費を23ｋm/ℓ、広さ・空間を長3830×幅1675×高1525mmと、その写真を被験者に提示し、メーカーをHONDA、エンジンを直列４気筒SOHC・1339cc、最大出力を63kW（86ps）/5700rpmとして提示している。また、他の代替案も同様にして提示している。そして、これらの提示データを用いて、新車購入の意思決定に関する実験を被験者31名に対して行った。

ある被験者２名の実験のC.I.値の結果と総合評価の結果を表３、４に示す。

まず、表３では、C.I.値が従来型より、提案型（代表値のみ）の方が大きくなっている。総合評価では数値的にはあまり変わりがなく、また順位にも変動がない。

次に、表４では、C.I.値が従来型より、提案型（代表値のみ）の方が大きくなっている。なお従来型と提案型とのC.I.値は0.15以下である。また、総合評価の順位が変動している。この順位変動の違いを被験者に尋ねると、提案型の方が、被験者の意思に適しているとの回答が得られている。

このような被験者31名の実験結果から、提案するファジィ一対比較値でも十分に評価が可能であるものと考えられる。ただし、C.I.値が広がるのは、最大固有値にあいまいさが含まれているものと考えられる。また、表４の総合評価の変化は、ある条件で従来型のAHPの選択項目の数の多さに弊害が生じたものと考えられる。

表３　実験１結果（例１）

	従来型のAHP	提案型のAHP	差
評価基準（C.I.）	0.07080	0.10108	0.03028
代替案（C.I.）	0.01936	0.05473	0.03537
	0.00000	0.02713	0.02713
	0.11215	0.17510	0.06295
	0.15024	0.16989	0.01965
総合評価	0.53633	0.62381	0.08747
	0.25298	0.21727	−0.03571
	0.21069	0.15892	−0.05176

表４　実験１結果（例２）

	従来型のAHP	提案型のAHP	差
評価基準（C.I.）	0.10666	0.14160	0.03494
代替案（C.I.）	0.06888	0.09145	0.02257
	0.00000	0.01750	0.01750
	0.01233	0.09145	0.07912
	0.02710	0.02713	0.00003
総合評価	0.13963	0.15758	0.01795
	0.50510	0.41190	−0.09320
	0.35526	0.43052	0.07525

次に全データからC.I.値と総合評価を比較する。

まず、C.I.値からは、C.I.値が0.15以下のものを合格として、まとめたものが表５である。この表５から、評価基準は、従来型の方が提案型よりも若干信頼性は高く、代替案では、提案型の方が信頼性は高いことがうかがえる。

表５　C.I.値の合格率（C.I.≦0.15）

		C.I.値の合格率
従来型	評価基準	57.1%
	代替案	59.8%
提案型	評価基準	50.0%
	代替案	75.0%

次に、表６は従来型と提案型の合格を比較した値で、１行目は従来型と提案型の両方が合格したものである。次に、提案型が不合格で従来型が合格したものを２行目に、３行目は従来型が不合格で、提案型が合格したものである。ここから、従来型の整合性が保たれていないときでも、提案型は整合性が保たれており、これは選択肢が少ないことによる利点であると考えられる。

表６　C.I.値の比較値（C.I.≦0.15）

		C.I.値の比較値
従来型と提案型の両方が合格	評価基準	35.7%
	代替案	55.4%
従来型だけ合格	評価基準	21.4%
	代替案	4.5%
提案型だけ合格	評価基準	14.3%
	代替案	19.6%

総合評価では、順位の変動を基準に従来型と提案型の有効性を比較した。例えば、表４の総合評価の順位は、従来型が３位、１位、２位という順序に並んでいるが、提案型では、３位、２位、１位と順位が変動している。

このような変動をまとめたものが表７である。これにより６割が変動していないことから、通常の方法である従来型と変わりがないと考えられる。

表７　総合評価の順位変動

	総合評価の順位変動
変動あり	39.3%
変動なし	60.7%
変動あり（C.I.≦0.15）	40.0%
変動なし（C.I.≦0.15）	60.0%

以上のことから本研究によって、ファジィ一対比較値の信頼性と有効性が従来型と比べて同等であることが分かった。つまり、提案するファジィ一対比較値の代表値でも十分に評価が可能であると考えられる。ただし、一対比較の対象が定性的なものであったため、比較検討の際に誤差がでている可能性があるかもしれないので、次の章では、これを確認するために行った実験について述べる。

７．ファジィ一対比較値を用いる実験２

前章で行った実験は定性的なもので、結果の良し悪しが判定できなかった。そこで、結果の良し悪しを真値との比較によって判定するために、定量的な実験を行う。対象を定量的なものとするため、図形を用いてAHPを行った。図形は、1.5*cm*×1.5*cm*の図形の面積を基準に、基準面積の１倍、２倍、3.3倍、5.7倍、7.7倍、10倍の６つ図形を作成して、一対比較している。例えば、１倍の図形と7.7倍の図形を一対比較する時、表示されている図形は、基準面積から１倍の2.25cm^2と基準面積から7.7倍の17.325cm^2である。この６つの図形の倍数は、従来のAHPと提案するAHPのどちらの一対比較値にも重ならないように、値の中間を取って設定している。しかし、１倍と２倍は従来型も提案型も同じ値を使うためそのまま設定している。そして、図形の表示される組み合わせは、ランダムに設定されている。このような実験を被験者17名に対して行った。なお、明らかな入力ミスがあるものについては除外している。そのため、今後提示される結果は、すべてC.I.値が0.1以下のデータから導き出された結果となっている。

表８と表９が実験２のある被験者２名の結果である。これらの表の数値は、従来型と提案型のC.I.値と各倍数のウェイトである。また、各ウェイトを各真値から差し引いた値を真値との誤差とし、ファジィ一対比較値の代表値による処理の有効性を検討する。そのため従来型のC.I.値より提案型のC.I.値が若干大きくなった結果（表８）と、従来型のC.I.値より提案型のC.I.値が若干小さくなった結果（表９）を提示している。

各被験者の結果は、ファジィ一対比較値でも、C.I.値は保たれており、真値との差もほぼ同値の結果が得られている。これにより、ファジィ一対比較値の代表値のみでも有効で

表８　実験２結果（例１）

		真値 (a)	従来型 (x)	提案型 (y)	真値との差 （a - x）	真値との差 （a - y）
C.I.値			0.01120	0.02175		
ウェイト	1	0.03367	0.04213	0.04935	−0.00846	−0.01568
	2	0.06734	0.08341	0.08041	−0.01607	−0.01307
	3.3	0.11111	0.10737	0.11051	0.00374	0.00060
	5.7	0.19192	0.21221	0.16710	−0.02029	0.02481
	7.7	0.25926	0.23804	0.24937	0.02122	0.00989
	10	0.33670	0.31684	0.34326	0.01986	−0.00656

表９　実験２結果（例２）

		真値 (a)	従来型 (x)	提案型 (y)	真値との差 （a - x）	真値との差 （a - y）
C.I.値			0.03071	0.01275		
ウェイト	1	0.03367	0.04531	0.03958	−0.01164	−0.00591
	2	0.06734	0.07147	0.08568	−0.00413	−0.01834
	3.3	0.11111	0.10728	0.09579	0.00383	0.01533
	5.7	0.19192	0.18379	0.17410	0.00812	0.01782
	7.7	0.25926	0.27415	0.29653	−0.01490	−0.03727
	10	0.33670	0.31799	0.30832	0.01871	0.02838

あると考えられる。

次に、真値との誤差を従来型と提案型の比率で比較した結果が、表10である。

表10は、従来型と提案型とで真値との差が小さい値の方をカウントし、その回数比率を示した表である。提案型は、ほぼ比率は対等であることと、選択項目が少ないので、実用的であると考えられる。

表10　真値に近い推定値の回数比率

	従来型	提案型
誤差の比率	56.4%	43.6%

さらに、誤差の最大値と最小値から、値の範囲やばらつきを検討したものが表11である。１行目に真値からの誤差の範囲を示し、２行目に２乗値での誤差の範囲を示し、３行目に絶対値での誤差の範囲を示している。誤差の最大値と最小値は極めて小さな値である。また、従来型と比較してもあまり値が変わらないことが明らかとなっている。

表11　誤差の最大値・最小値

		従来型	提案型
真値からの誤差の範囲	max	0.05972451	0.08433321
	min	－0.06546304	－0.04016933
2乗値での誤差の範囲	max	0.00428541	0.00711209
	min	0.00000048	0.00000036
絶対値での誤差の範囲	max	0.06546304	0.08433321
	min	0.00069489	0.00060029

８．むすび

本研究では、メンバーシップ関数推定のための、人間の対象物に対する比較として提示した図形の面積比較の実験を行い、一対比較値に人間の主観的なあいまいさが伴うことを明らかにした。また、この図形の面積比較の実験によって、従来のAHPで用いる一対比較値が、ファジィ一対比較値として存在することを明らかにした。そして、一対比較行列として用いられる1/9,1/8,…,1/2,1,2,…,8,9の17個の選択項目に対して、1/$\underset{\sim}{9.5}$,1/$\underset{\sim}{7.25}$,…$\underset{\sim}{1}$…$\underset{\sim}{7.25}$,$\underset{\sim}{9.5}$の11個の選択項目のファジィ一対比較値を用いる従来よりも少ない選択項目での一対比較値を提案した。

次に、提案するファジィ一対比較値の代表値を用いて、ファジィ一対比較値を用いる実験１を行った。その実験により、ファジィ一対比較値の信頼性と有効性が従来型と比べて同等であることが分かった。そのことから、提案するファジィ一対比較値の代表値でも十分に評価が可能であると考えられる。

さらに、定量的な実験として、ファジィ一対比較値を用いる実験２を行った。真値から

の誤差を従来型と提案型とで比較し、提案型の実用性とファジィ一対比較値の代表値を用いる実験１の信頼性を示した。しかし、C.I.値を基準に考えると表８のように提案型のC.I.値が若干大きくなっているのに、真値との差は２乗値の誤差、絶対値の誤差ともに、値は従来型より提案型の誤差が小さくなっている。これは、一対比較にあいまいさが含まれているためであると考えられる。具体的には、１倍のものと１倍のものとを比較することは、人間の感覚でそれほどあいまいさがなく、比較的容易であることが実験結果からも明らかである。しかし１倍のものと９倍のものとを比較することは、あいまいさが加わり、比較の困難さが生じるものと考えられる。このことから、あいまさの加わった９倍（$\underset{\sim}{9}$倍）のものと、あいまさの加わった９倍（$\underset{\sim}{9}$倍）のものとを比較すると、あいまいなものにあいまいさがさらに加わってしまい、つまり、ファジィ理論の拡張原理[9]からも、あいまいさが広がることによって、より大きなあいまいさになることと同じことが起こっているものと考えられる。しかし、あいまいさを取り除く手法については、新たな理論的な展開が必要であり、単純に拡張原理による計算では、本手法に適応することは、不十分であると考えている。

したがって、今後は、ファジィ一対比較値のメンバーシップ関数を考慮に入れたあいまいさに対する処理方法を検討したい。

参考文献

［1］Saaty,T.L.：The Analytic Hierarchy Process，McGraw－Hill，1980

［2］円谷友英，杉原一臣，田中英夫：QPによる区間AHPの定式化，日本知能情報ファジィ学会第20回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.503－504，2004

［3］大西真一，D.Dubois，H.Prade，山ノ井高洋：ファジィ逆行列を用いたAHPの整合度とウェイトについて，日本知能情報ファジィ学会第20回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.505－506，2004

［4］小谷直也，古殿幸雄：ファジィ理論を用いるAHPに関する研究，日本知能情報ファジィ学会第20回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.493－494，2004

［5］小谷直也，古殿幸雄：ファジィ一対比較値の提案とその実証的実験，日本知能情報ファジィ学会第21回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.15－18，2005

［6］刀根薫：ゲーム感覚意思決定法－AHP入門－，日科技連出版社，1986

［7］刀根薫，真鍋龍太郎（編）：AHP事例集，日科技連出版社，1990

［8］木下栄蔵：AHP入門－決断と合意形成のテクニック－，日科技連出版社，2000

［9］菅野道夫：ファジイ制御，日刊工業新聞社，1988