Journal of the Operations Research
Society of Japan
Vol. 40, No. 2, June 1997

合意形成モデルを用いたグループ AHP

山田善靖　東京理科大学
杉山 学　東京大学
八巻直一　静岡大学

(受理 1996 年 1 月 25 日)

和文概要　本論文は, AHP (Analytic Hierarchy Process) を集団における意思決定問題に利用するために, 新しい"合意形成モデルを用いたグループ AHP" を提案する.

提案する方法は, 集団としての一対比較値を作成する段階において, 全メンバの意見の集約としてグループ一対比較値と呼ぶ区間値を導出する. 次いで, 集団全体の意見として最も首尾一貫性の良くなる一対比較値から算出した重要度を採用し, 更にその意見が一意に定まらない場合には, 各メンバ本来の意見に近い意見を採用するものである. また, 各メンバは一対比較を行った際の結果を, 主張区間と呼ぶ区間値で示してもらう.

このように, 本論文で提案するグループ AHP の最大の特徴は, 集団の合意形成過程の随所に区間表現を用いる点にあり, 集団の合意をスムーズに形成する上で重要, かつ有益な結果をもたらすものであると考えられる.

1. はじめに

AHP (Analytic Hierarchy Process) は Saaty[8, 9] によって提案された意思決定法の 1 つである. AHP については数多くの研究があるが, 特に文献 [6, 9, 13, 14] 等の中などで, 現実の意思決定問題に対して数多くの適用例が示されている. 本論文は, AHP を集団における意思決定問題に利用するために, どのようにすべきかを論じるものである.

集団の意思決定問題に AHP を適用した方法として, Saaty は文献 [10] において次の 2 つを提案している. 1 つ目の方法は, 集団を構成しているメンバ全員で集団としての一対比較値を決定し, 重要度を算出する方法である. 2 つ目の方法は, 集団を構成する各メンバが与えた一対比較値をそれぞれ幾何平均し, それを集団としての一対比較値として採用し重要度を算出する方法である. これらの方法には, 現実の集団意思決定問題に適用する上で, いくつかの問題点が存在する. 1 つ目の方法の問題点は, メンバ全員で話し合いを行いながら, 集団の意見として 1 つの値に集約して行くために, かなりの時間を必要とする傾向がある. また, メンバ間の力関係によって集団の意見が極端に左右されるため, 不平, 不満が生じる. 2 つ目の方法の問題点は, 集団としての一対比較値を各メンバが与えた一対比較値の幾何平均値とするために, どのメンバの意見 (一対比較値) とも大きく離れる場合が生じる. このような現象は, 各メンバの意見が大きくばらつく場合に顕著に現れ, どのメンバの意見からもかけ離れた値となって不満が生じる. そこで本論文では, 集団としての一対比較値を作成する段階において, 各メンバの不満を小さく抑えながら合意を形成する新たなグループ AHP を提案するものである.

本論文の構成は次のようになっている. まず 2 章では, 提案するグループ AHP の特徴と手順について示す. 3 章では, 集団を構成するメンバが与える主張区間について定義し, 提案するグループ AHP で用いる区間 AHP について説明する. 4 章では, グループ一対比較行列

の設定について示す. 5 章では, 不満足度を定義し, グループ一対比較行列から整合度を最小化し, 更に集団全体の不満足度を最小化して重要度を算出する方法を示す. 6 章では, 本論文で提案されたグループ AHP を使った簡単な例題を示す. 7 章では本論文をまとめ, 将来の研究課題を検討する.

2. 提案するグループ AHP の特徴と手順

Saaty が提案した方法では, 集団としての一対比較値を作成する段階において, 各メンバの意見を 1 つの値に集約してしまうために, 重要度を算出する以前の段階で, 既に不満を抱く結果となっている. つまり, 「その集約された値には納得がいかない. 」等の不満が生じる. よって, このような状況下で作成された一対比較行列から算出した重要度にも, 当然満足できないといった問題が生じる. そこで, 本論文で提案する方法は, まず, 各メンバの意見の表現方法として, 集団を構成している各メンバそれぞれが, 相手の意見に対し「容易に抵抗なく受け入れられる範囲」を示してもらうこととする (以後, 主張区間と呼ぶ). その上で, 集団としての一対比較値を作成する段階において, 各メンバの意見を 1 つに集約せずに, 全メンバの意見を取り込んだ “区間値” を用いる (以後, グループ一対比較値と呼ぶ). この結果得られたグループ一対比較行列から, 集団全体の意見として最も首尾一貫性が良くなる一対比較値, つまり “整合度 (consistency index : C.I.) を最小” とする一対比較値から算出した重要度を採用するものである. 加えて, 算出した重要度が一意に定まらない場合には, 各メンバ本来の意見 (一対比較値) に最も近い意見から重要度を算出する. 言い替えるならば提案する方法は, 集団を構成する全メンバの意見を取り込み (グループ一対比較値), その状態から合理的な方法 (整合度を最小化し, 集団全体の不満足の度合いを最小化する) により意見を集約するものである.

上述のように本論文で提案するグループ AHP の最大の特徴は, 集団の合意形成過程に “区間表現” を用いる点にある. 区間表現を用いた AHP は, 既に文献 [1, 2, 3, 5, 11] 等で提案されている. しかし, これらの方法は全て個人の意思決定問題を扱っており, 本論文で扱うような集団における意思決定問題に利用されてはいない. また, 集団における意思決定問題固有の特性から, この区間表現の利用の仕方や意味する内容も異なっている. 具体的に提案するグループ AHP では, 各メンバの意見として主張区間が用いられ, 全メンバの意見を取り込んだグループ一対比較値が用いられている.

その他の特徴として, 区間値で表された一対比較行列 (グループ一対比較行列) から重要度を算出する方法も既存の方法とは異なる. 既存の方法では全て, この区間値で表された一対比較行列から求めた重要度も区間値であったが, 提案するグループ AHP では, 各要素の重要度を各々 1 つの値で求めるものである. つまり, 求める重要度は区間値ではなく, 通常の AHP と同様である. よって, 総合的重要度の算出も通常の AHP の場合と同様となる.

本論文で提案するグループ AHP の手順をまとめると, 以下の図 1のようになる.

3. 主張区間

本論文で提案するグループ AHP では, 各メンバの意見の表現方法として, 集団を構成している各メンバそれぞれに, 「抵抗なく受け入れられる範囲」示してもらうこととする. 従来に比べて, このように幅をもって意見を示してもらうことで, 集団の合意がスムーズに形成されることが期待できる.

メンバ kが評価項目 i と評価項目 jの一対比較を行い, かつ, 他の相手の意見に対し「容易に抵抗なく受け入れられる範囲」を主張区間とし, 以下のように定義する.

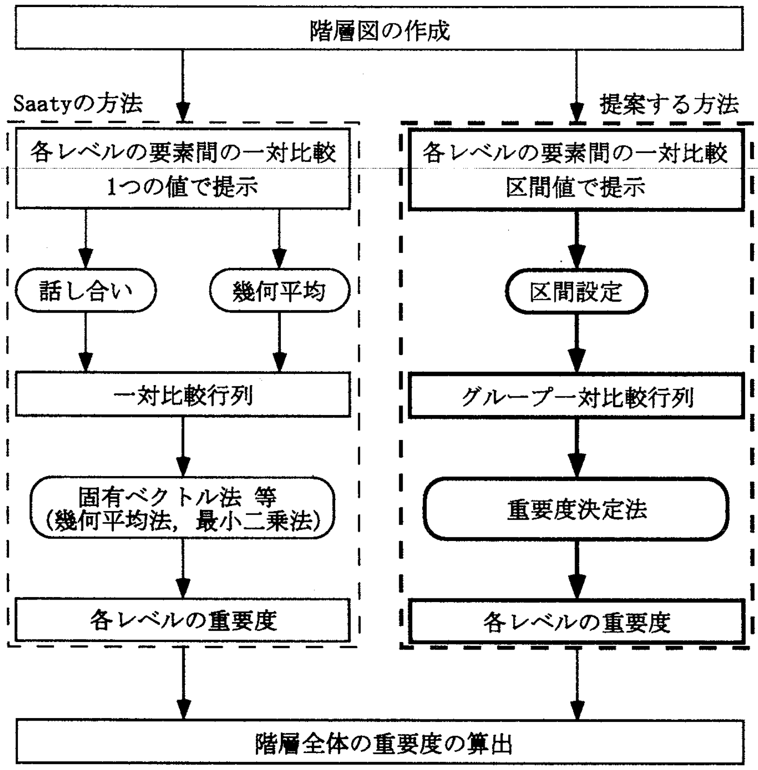

図 1: 提案するグループ AHP の手順

[定義 1] 主張区間

$$\begin{aligned} &\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right], \qquad\qquad (k=1,\ldots,m \text{ and } i,j=1,\ldots,n), \\ &\left[l_{ji}^{(k)}, u_{ji}^{(k)}\right] = \left[\frac{1}{u_{ij}^{(k)}}, \frac{1}{l_{ij}^{(k)}}\right]. \end{aligned} \tag{1}$$

ここで, $l_{ij}^{(k)}$と $u_{ij}^{(k)}$は, メンバkが与えたi項目とj項目の一対比較値の下限値と上限値を表し, $\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right]$は区間$\{x_{ij}^{(k)} \in R | l_{ij}^{(k)} \le x_{ij}^{(k)} \le u_{ij}^{(k)}\}$を表す. また, mはメンバ数, nは評価項目数である. この主張区間$\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right]$の中には, 当然メンバ$k$本来の意見が含まれ, その区間幅$|\ln u_{ij}^{(k)} - \ln l_{ij}^{(k)}|$は意見の強さを表現していることとなる. つまり, メンバkの意見が強い時には, 主張区間の幅は狭くなり, 意見が弱い時には, 主張区間の幅は広くなる.

区間表現を用いたAHPは, 文献[1, 2, 3, 5, 11]等で提案されている. 一般にこれらは, 区間の表現方法の違いで2つに分けることができる. 文献[1, 2, 11]等では一対比較の評価を単なる範囲で示しており"区間AHP"と呼ばれている. それに対し, 文献[3, 5]等ではそれをファジイ数で示していることから"ファジイAHP"と呼ばれている. 本論文で提案するグループAHPでは, 区間表現を「容易に抵抗なく受け入れられる範囲(主張区間)」や,「全メンバの意見を取り込んだ区間値(グループ一対比較値)」というように, 範囲として用いるために, 基本的に区間AHPの考え方といえる.

4. グループ一対比較行列の設定

2章でも述べたように本論文で提案する方法は, 集団としての一対比較値を作成する段階において, 従来の方法のように各メンバの意見を1つの一対比較値に集約せず, 区間値(グループ一対比較値)に集約する.

具体的にグループ一対比較値$\left[\tilde{l}_{ij}, \tilde{u}_{ij}\right]$の決定に対して，ここでは次のような2種類を提案する．

a) 主張区間に共通する区間が存在する場合

各メンバが与えた主張区間の間に，共通する区間が存在する場合には，その共通区間の最大区間をグループ一対比較値とする．

$$\begin{aligned} &\bigcap_{k=1}^{m}\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right] \neq \emptyset \text{ の場合}, \\ \tilde{l}_{ij} &= \max_k\{l_{ij}^{(k)} | k=1,\ldots,m\}, \quad (i,j=1,\ldots,n), \\ \tilde{u}_{ij} &= \min_k\{u_{ij}^{(k)} | k=1,\ldots,m\}, \quad (i,j=1,\ldots,n). \end{aligned} \tag{2}$$

b) 主張区間に共通する区間が存在しない場合

各メンバが与えた主張区間の間に，共通する区間が存在しない場合には，各主張区間を全て含む区間の中でも最小区間をグループ一対比較値とする．

$$\begin{aligned} &\bigcap_{k=1}^{m}\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right] = \emptyset \text{ の場合}, \\ \tilde{l}_{ij} &= \min_k\{l_{ij}^{(k)} | k=1,\ldots,m\}, \quad (i,j=1,\ldots,n), \\ \tilde{u}_{ij} &= \max_k\{u_{ij}^{(k)} | k=1,\ldots,m\}, \quad (i,j=1,\ldots,n). \end{aligned} \tag{3}$$

ここで，$\emptyset$は空集合を表す．

各メンバが与えた主張区間の間に，共通する区間が存在する場合には，質の高い合意形成ができると期待できるが，共通する区間が存在しない場合には，質の高い合意形成があまり期待できない．つまり，グループ一対比較行列において，$\emptyset$の場合が多いということは，各メンバの意見がバラついていることを表しており，$\emptyset$の数量は合意形成の質の高さを表す指標となる．$\emptyset$が多数であれば，デルファイ法の考え方に基づき，基本的には共通する区間が存在するまで，各メンバの主張区間を取りまとめた結果を返却し，改めて主張区間を示してもらう作業を繰り返し行うべきである．

グループ一対比較行列の設定には，様々な変種が考えられる．しかし基本的には，対象となる集団の特性を基に，各メンバ間の総意により決定されるべきものである．つまり，アプリオリな情報が存在する場合には，当然その情報を優先すべきである．ここでは，それらの情報が入手困難な場合や，より客観的に設定したい場合などに有効であると考えられる方法の中の1つを示した．

5. 重要度決定法

本論文で提案する重要度決定モデルは，各要素が区間値から成るグループ一対比較行列$\boldsymbol{X} = \left(\left[\tilde{l}_{ij}, \tilde{u}_{ij}\right]\right)$から，集団全体の意見として最も首尾一貫性が良くなる，つまり整合度(C.I.)が最小となる一対比較値を発見し，その時の重要度w_iを採用するものである．整合度を最小とする一対比較値は必ずしも一意ではないが，その場合には各メンバの不満足の度合いを定義し，集団全体の不満足度 (dissatisfaction index : D.I.) の最小化を行う．まず初めに，整合度を最小化するのは，集団全体の意見として首尾一貫性 (整合性) がないのでは，結果として得られた重要度に対して信頼がおけないからである．次いで，不満足度の最小化を行うのは，各メンバに対してより受け入れ易い結果を作り出すためである．このように提案する重要度決定モデルの特徴は，重要度を算出する上で整合度と不満足度を取り入れた点にある．

5.1 不満足度の定義

本節では, 集団全体の不満足度 (D.I.) を不満値 (dissatisfaction score : D.S.) と最小不満値 (minimum dissatisfaction score : M.D.S.) から定義する.

不満値 (D.S.) は, 求める一対比較値と各メンバの本来の意見の差の重み付き総和で与えられる. 3 章において, 主張区間$\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right]$の中には, 当然メンバ$k$本来の意見が含まれることを述べた. 従って, メンバk本来の意見は, この主張区間内の何れかの値であり, $c_{ij}^{(k)}$と表す. この情報が存在するならば, その値を用いればよいが, 存在しない場合には, 様々な状況に応じて設定されるべきである. ここでは, その 1 例として区間の下限値と上限値の幾何平均値を採用する.

$$c_{ij}^{(k)} = \sqrt{l_{ij}^{(k)} \cdot u_{ij}^{(k)}}. \tag{4}$$

また, 重みは$d_{ij}^{(k)}$で表し, 各メンバの意見の強さに比例されるべきである. すなわち, 各メンバが与えた主張区間の区間幅の大きさ$|\ln u_{ij}^{(k)} - \ln l_{ij}^{(k)}|$に反比例するべきである. ここでは, その 1 例として次の重み$d_{ij}^{(k)}$を採用する.

$$\begin{aligned} d_{ij}^{(k)} &= \frac{1}{b_{ij}^{(k)}+1}, \\ & \quad b_{ij}^{(k)} = |\ln u_{ij}^{(k)} - \ln l_{ij}^{(k)}|. \end{aligned} \tag{5}$$

求める一対比較値をx_{ij}とし, メンバkの不満値 (k-th D.S.) を以下のように定義する.

[定義 2] メンバkの不満値 (k-th D.S.)

$$DS_k = \sum_{i<j} d_{ij}^{(k)} (\ln x_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2. \tag{6}$$

そして, 不満値 (D.S.) を以下のように定義する.

[定義 3] 不満値 (D.S.)

$$DS = \sum_{i<j} \sum_k d_{ij}^{(k)} (\ln x_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2. \tag{7}$$

x_{ij}に制約条件の無い場合, 不満値 (D.S.) は$\ln x_{ij} = \ln p_{ij} = \frac{1}{\sum d_{ij}^{(k)}} \sum_k d_{ij}^{(k)} \ln c_{ij}^{(k)}$の時最小となる. よって, これを最小不満値 (M.D.S.) として, 以下のように定義する.

[定義 4] 最小不満値 (M.D.S.)

$$MDS = \sum_{i<j} \sum_k d_{ij}^{(k)} (\ln p_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2. \tag{8}$$

以上の不満値 (D.S.) と最小不満値 (M.D.S.) から, 集団全体の不満足度 (D.I.) を以下のように定義する.

[定義 5] 不満足度 (D.I.)

$$DI = \frac{DS - MDS}{MDS}, \tag{9}$$

$$\left(\begin{array}{rcl} DS & = & \sum_{i<j}\sum_{k} d_{ij}^{(k)}(\ln x_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2, \\ MDS & = & \sum_{i<j}\sum_{k} d_{ij}^{(k)}(\ln p_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2, \\ & & \ln p_{ij} = \frac{1}{\sum d_{ij}^{(k)}}\sum_{k} d_{ij}^{(k)} \ln c_{ij}^{(k)}. \end{array}\right).$$

5.2 重要度決定モデルの定式化

最初に整合度 (C.I.) の最小化を行い, 次いで集団全体の不満足度 (D.I.) の最小化を行う, 重要度決定モデルを以下のように定式化する.

$$\begin{array}{ll} \text{最小化} & \alpha\,(CI) + \beta\,(DI), \\ \text{条件} & \sum_{j=1}^{n} x_{ij}w_j = \lambda w_i, \quad (i = 1,\ldots,n), \\ & x_{ij}x_{ji} = 1, \qquad (i,j = 1,\ldots,n), \\ & \sum_{i=1}^{n} w_i = 1, \\ & w_i > 0, \qquad (i = 1,\ldots,n), \\ & \tilde{l}_{ij} \le x_{ij} \le \tilde{u}_{ij}, \quad (i,j = 1,\ldots,n). \end{array} \tag{10}$$

ここで, 目的関数の α,β は目標計画法 [4] の付順方式で用いられる順位係数 $P_k(k=1,2,\ldots)$ に相当する係数である. また, CIは整合度であり, 一対比較行列の最大固有値 λ_{max} を用いて,

$$CI \;=\; \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}, \tag{11}$$

と表される. そして $\alpha \ge 0$ かつ $\beta > 0$ であれば目的関数は, 凸関数となる. 制約条件の第1式は固有方程式の条件, 第2式は一対比較要素に関する逆数対称性の条件, 第3式は重要度の正規化の条件, 第4式は重要度の正値条件, 第5式は一対比較値に関する区間の条件である. 重要度決定モデル (10) の固有方程式の条件において, ペロン・フロベニウスの定理 (Perron-Frobenius' theorem [12]) から重要度が正値であるという条件のみで, λが最大固有値であることが保証される.

ここでは α,β を順位係数に相当する係数であるとしたが, 対象となる集団の特性に合わせて, 整合度 (CI) を重視するのか, 不満足度 (DI) を重視するのかといった意向を, α, β の値をいろいろと変化させることで反映できる. この重要度決定モデルにおいて, β を非常に大きくすること, つまり, 不満足度 (DI) だけの最小化を行うことは, 従来の Saaty が提案した2つ目の方法 (幾何平均を用いて, 集団としての一対比較値とする方法) と同様の主旨となり, 特殊な状況の基で一致する. また当然, この重要度決定モデルを解いた結果, 整合度が悪い場合には, 各メンバが与えた主張区間を再検討する必要がある.

6. 例題

本論文で提案されたグループ AHP では, 意見を集約する部分とその意見から重要度を求める部分の手順が変更される. それは, 図 1の太線で描かれた部分である. 本章では, このグループ AHP を用いた例として, 全ての手順を示すのではなく, ある1つのレベルの要素間の一対比較だけを例に取り簡単に示すこととする.

本例題では, 集団を構成するメンバは3人とし, メンバ kが与えた主張区間 $[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}]$ を要素とする一対比較行列を$\boldsymbol{K}^{(k)} = \left(\left[l_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right]\right)$とする. 各メンバが与えた結果をまとめると

以下のようになる.

$$\boldsymbol{K}^{(1)} = \begin{pmatrix} 1 & [\frac{1}{3},3] & [\frac{1}{7},4] \\ [\frac{1}{3},3] & 1 & [\frac{1}{9},3] \\ [\frac{1}{4},7] & [\frac{1}{3},9] & 1 \end{pmatrix}, \tag{12}$$

$$\boldsymbol{K}^{(2)} = \begin{pmatrix} 1 & [\frac{1}{5},1] & [\frac{1}{5},\frac{1}{2}] \\ [1,5] & 1 & [\frac{1}{2},2] \\ [2,5] & [\frac{1}{2},2] & 1 \end{pmatrix}, \tag{13}$$

$$\boldsymbol{K}^{(3)} = \begin{pmatrix} 1 & [2,4] & [\frac{1}{5},\frac{1}{3}] \\ [\frac{1}{4},\frac{1}{2}] & 1 & [\frac{1}{4},1] \\ [3,5] & [1,4] & 1 \end{pmatrix}. \tag{14}$$

グループ一対比較行列を$\boldsymbol{X} = \left(\left[\tilde{l}_{ij}, \tilde{u}_{ij}\right]\right)$と表し, 4 章で述べたグループ一対比較行列の設定を適用した結果,

$$\boldsymbol{X} = \begin{pmatrix} 1 & [\frac{1}{5},4] & [\frac{1}{5},\frac{1}{3}] \\ [\frac{1}{4},5] & 1 & [\frac{1}{2},1] \\ [3,5] & [1,2] & 1 \end{pmatrix}, \tag{15}$$

となる.

ここで $\alpha = 1000$, $\beta = 1$ と設定し, 重要度算出モデルを解いた結果得られた一対比較行列 $\boldsymbol{X}^* = \left(x^*_{ij}\right)$ と重要度 $\boldsymbol{W}^* = (w^*_i)$ は,

$$\boldsymbol{X}^* = \begin{pmatrix} 1 & 0.6754 & 0.3333 \\ 1.4806 & 1 & 0.5000 \\ 3.0000 & 2.0000 & 1 \end{pmatrix}, \tag{16}$$

$$\boldsymbol{W}^* = \begin{pmatrix} 0.1827 \\ 0.2716 \\ 0.5457 \end{pmatrix}, \tag{17}$$

となった.

この時の整合度は $CI = 0.0000$, 不満足度は $DI = 0.5428$, 不満値は $DS = 1.7303$, 最小不満値は $MDS = 1.1215$ であった.

7. 結論と将来展望

本論文では, AHP を集団における意思決定問題に利用するために, 新しい合意形成モデルを用いたグループ AHP を提案した. この提案した方法は, まず集団としての一対比較値を作成する段階において, 各メンバの意見を 1 つに集約せずに, 全メンバの意見を取り込んだ区間値を用いている. この結果, 従来この段階で生じていた不満を解消することができ, 各メンバの意見が直接結果 (重要度) に反映できる. 次いで, この方法は, 集団全体の意見として最も首尾一貫性の良くなる一対比較値から算出した重要度を採用し, 更にその意見が複数存在する場合には, 各メンバ本来の意見に近い意見を採用している. これにより, 集団全体の意見として首尾一貫性のある結果を得ることができ, その上, 各メンバに対してより受け入れ易い結果を作り出すことができる. また, 提案した方法では各メンバの意見の表現方法として, 各メンバが「容易に抵抗なく受け入れられる範囲」を主張区間として示すことで, より集団の合意がスムーズに形成されることを目指している. このように, 集団の合意形成過程の随所に区間表現を用い, 合理的な手続きを経て結果を得ることができることから, 本論

文で提案したグループ AHP は, 集団意思決定を支援する有効な手法であると考えられる.

グループ一対比較行列の設定方法は, 4 章で述べたように様々なヴァリエーションが考えられ, その各設定によって得られる結果が, 大きく異なることも考えられるので, 重要な課題である. 本論文で提案したグループ AHP では, 主張区間の間に共通区間が存在しない場合でも, 不満度を導入することにより, 意見の妥協を計ることを目標としている. 今後の研究課題としては, 様々考えられるグループ一対比較行列の設定と重要度決定モデルの体系化を考える必要がある. また, 3 章で主張区間の区間幅は, 意見の強さを表していると述べたが, アナウンスの仕方によって, この区間幅が左右されてしまう恐れがあるので, 各メンバに主張区間を示してもらう時のアナウンス効果についても, 今後の研究課題として挙げられる.

参考文献

[1] Arbel,A. : Approximate Articulation of Preference and Priority Derivation, *European Journal of Operational Research*, Vol.43 (1989), 317–326.

[2] Arbel,A. and Vargas,L.G. : The Analytic Hierarchy Process with Interval Judgements, *Multiple Criteria Decision Making*, Springer-Verlag, 1992, 61–70.

[3] Buckley,J.J. : Fuzzy Hierarchical Analysis, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.17 (1985), 233–247.

[4] 伏見多美雄, 福川忠昭, 山口俊和 : 経営の多目標計画 —目標計画法の考え方と応用例—, 森北出版, 1987.

[5] 川井宏哉, 稲積宏誠, 伊藤益敏 : ファジィAHP における整合度 (C.I.) に関する研究, 1992 年度日本 OR 学会春季研究発表会アブストラクト集, 1992, 68–69.

[6] 森雅夫, 宮沢政清, 生田誠三, 森戸晋, 山田善靖 : オペレーションズリサーチ II —意思決定モデル—, 朝倉書店, 1989.

[7] 小沢知裕, 山口俊和, 福川忠昭 : 区間 AHP を用いる DEA の改良型領域限定法, オペレーションズ・リサーチ, Vol.38 (1993), 471–476.

[8] Saaty,T.L. : A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.15 (1977), 234–281.

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

[10] Saaty,T.L. : Group Decision Making and The AHP, *The Analytic Hierarchy Process*, Springer-Verlag, 1989, 59–67.

[11] Saaty,T.L. and Vargas,L.G. : Uncertainty and Rank Order in the Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, Vol.32 (1987), 107–117.

[12] 斉藤正彦 : 線型代数入門, 東京大学出版会, 1966.

[13] 刀根薫 : ゲーム感覚意思決定法 —AHP 入門, 日科技連, 1986.

[14] 刀根薫, 眞鍋龍太郎 : AHP 事例集, 日科技連, 1990.

杉山 学
〒113 東京都文京区本郷 7–3–1
東京大学 社会科学研究所
E-mail : sugi@iss.u-tokyo.ac.jp

ABSTRACT

GROUP ANALYTIC HIERARCHY PROCESS BASED ON CONSENSUS MAKING MODEL

Yoshiyasu Yamada
Science University of Tokyo

Manabu Sugiyama
University of Tokyo

Naokazu Yamaki
Shizuoka University

This paper proposes a group consensus making method by using modified Analytic Hierarchy Process. We define this method "Group Analytic Hierarchy Process (GAHP)".

GAHP can not only be used for supporting group member's consensus making for decisions, but also it may be useful for raising member's satisfaction for the decisions, because it has the structure which guides group members into their evaluation flexible and promotes the group's rational decision which we mean the most consistent decision in the sense of C.I. (Consistency Index) minimum. So, it will be used as the useful tool for group consensus making.

Two main ways to determine a group pairwise comparison matrix is introduced in this method. One is to determine a group pairwise comparison matrix from group member's pairwise comparison matrices. The other is to determine the pairwise comparison matrix with point elements from the group pairwise comparison matrix with interval elements. And lastly, the paper shows a numerical example for helping readers of this paper understand the procedure of this method. GAHP will be anticipated for further applications to group consensus making.