

ファジィAHPを用いた管理職人事の意思決定*

川畑公久[†] 福田馨[†]
(2003年 7月18日原稿受理)

A Decision Making on the Administrative Post Personnel Using Fuzzy AHP

(Kimihiisa KAWABATA, Kaoru FUKUDA)
(Received on July 18, 2003)

目次

1. 問題の所在と限定
2. ファジィAHPとコンピュータ・プログラム
 - 2.1 幾何平均ファジィAHPの数学的説明
 - 2.2 Mathematicaによるプログラム開発
3. ファジィAHPと管理職人事
 - 3.1 階層図と一対比較行列
 - 3.2 管理職人事の意思決定
4. 結論

SYNOPSIS

This paper solved the decision making problem of the administrative post personnel by AHP proposed by T.L.Saaty. AHP is expanded in two directions. One is group-type AHP, and the other is fuzzy AHP. A pairwise comparison matrix by the group is changed into the usual pairwise comparison matrix by employing geometric mean. Fuzzy AHP is the algorithm which replaces "the synthetic evaluation value" of AHP with "the fuzzy integral (Choquet integral) value".

The "project leader decision problem" of the wireless LAN project of the K company in Hiroshima City is analyzed to verify the actual applicability of our approach. "4-layer, branch-type, geometric mean, fuzzy AHP" is considered mathematically. Furthermore, a computer program by the Mathematica language is newly developed by us to solve these problems with the computer.

C.I.-value was considerably low in regard to the pairwise comparison matrix and the consistency index was satisfactory. A specific candidate overwhelmed others, and he was selected as the project leader as a result. The sensitivity analysis of the synthetic evaluation value in regard to the λ -value showed a stable response. In other words, the same candidate was overwhelmingly selected throughout the whole domain of the λ -value.

キーワード：四層分岐型幾何平均ファジィAHP Mathematica コンピュータ・プログラム
管理職人事 階層図 一対比較行列 C.I. 総合評価値 λ -ファジィ測度
ファジィ積分 (Choquet積分) 感度分析 プロジェクト・リーダー

* 本研究は、その研究費のすべてを平成14年度産業経営研究所研究プロジェクトの助成に置くものである。
[†] 九州産業大学

1. 問題の所在と限定

(株)K社(所在地:広島市 業種:情報処理産業)は、全社的ネットワークインフラ増強の観点から、一年以内に「無線LAN導入システムの開発プロジェクト」を早急に立案する必要に迫られている。この新規プロジェクトは、具体的には、以下のような事項を検討課題としている。すなわち、(1) IEEE802.11.aの通信環境における通信距離について、(2) 無線LAN環境におけるデータ転送速度について、(3) インターネットへのアクセス速度について、(4) 画像データのダウンロード速度について、(5) 無線LANプリンタにおけるデータ出力速度について、(6) 無線LAN環境における無線式プロジェクトのタイムラグについて等がそれである。そこで、この新規プロジェクトのプロジェクト・リーダーを早急に決定し、取締役会の上で承認を得ることになっている。

筆者等は、かかる意思決定問題の解決に、T.L.SaatyのAHPを採用し、かつこれを改良していくことをK社に提案し、承認を得た。改良の方向は、次の二点である。先ず一つは、前論文[9]で提唱した三層完全型ファジィAHPの四層分岐型ファジィAHPへの拡張である。もう一つは、一人の意思決定者によるプロジェクト・リーダーの選択ではなく、複数の意思決定者によるグループ意思決定への拡張である。それ故、「ファジィAHP」の階層図の作成や、「一対比較行列」の入力も、経営責任者(代表取締役社長)等を含めた複数の意思決定者により行われることになる。ただし、最終的な「一対比較行列」の作成は、グループ全員の「一対比較行列」の幾何平均を採ることで平均化することとする。また、ファジィAHPの階層や型は、複雑な経営意思決定問題、殊に「無線LAN導入システムの開発プロジェクト」のプロジェクト・リーダーを決定するという観点から、「四層分岐型ファジィAHP」を採用することとする。

この方が、より実務的とも思われるからである。ただし、整合度(C.I.)の値により、変更され得ることは十分考えられる。かかる、「四層分岐型幾何平均ファジィAHP」のコンピュータ・プログラムは、筆者により独自に開発される。開発言語は、プログラミングの生産性・多機能性、及びプレゼンテーション性に優れたMathematica言語を採用するものとする。

以下、第2節で幾何平均ファジィAHPの数学的アルゴリズムとMathematica¹⁾によるコンピュータ・プログラムの開発について論述する。次いで、第3節で管理職人事の意思決定問題を取り上げ、筆者等により提唱されたアプローチの現実妥当性を検証する。最後に特筆すべき諸点の要約と今後の課題等が第4節で付与される。

2. ファジィAHPとコンピュータ・プログラム

2.1 幾何平均ファジィAHPの数学的説明

T.L.Saatyが開発したAHPを、幾何平均による複数意思決定者の一対比較行列、及び λ -ファジィ測度を導入したファジィ積分による「ファジィAHP」に拡張してみよう。以下、そのアルゴリズムを説述する。

いま p 人の意思決定者による n 個のアイテム

$A_1(1), A_2(1), \dots, A_n(1), A_1(2), A_2(2), \dots, A_n(2), \dots, A_1(p), A_2(p), \dots, A_n(p)$ の重みを

$$w \equiv (w_1(1), w_2(1), \dots, w_n(1), w_1(2), w_2(2), \dots, w_n(2), \dots, w_1(p), w_2(p), \dots, w_n(p)) \quad (1)$$

: p 人の意思決定者の重みベクトル

where

$$\sum_{i=1}^n w_i(k) = 1 \quad ; k=1, 2, \dots, p \quad (2)$$

とする。ここで、次式を定義する。

¹⁾ Mathematicaは、米国Wolfram Research社の登録商標である。

$$a_{ij}(k) = w_i(k)/w_j(k) + \varepsilon_{ij}(k) \quad (3)$$

where

$\varepsilon_{ij}(k)$: 意思決定者 k の誤差やゆらぎ

(3) 式より、誤差やゆらぎが無いと仮定すれば、 $a_{ij}(k) = w_i(k)/w_j(k)$ であるし

$$a_{ji}(k) = w_j(k)/w_i(k) = 1/a_{ij}(k) \quad (4)$$

である。また

$$a_{ii}(k) = w_i(k)/w_i(k) = 1 \quad (5)$$

でもある。ここで、 p 人の意思決定者の幾何平均をとった次式を考える。

$$a_{ij} \equiv \sqrt[p]{a_{ij}(1) \cdot a_{ij}(2) \cdots a_{ij}(p)} = \left(\prod_{k=1}^p a_{ij}(k) \right)^{1/p} \quad (6)$$

a_{ij} を行列表現して、

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

where

$$a_{ij} = \left(\prod_{k=1}^p a_{ij}(k) \right)^{1/p} \quad ; i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n \\ ; k=1,2,\dots,p$$

(7) 式で規定される A は、 p 人の意思決定者の幾何平均をとった幾何平均ファジィAHPの一対比較行列である。同様に重み行列も幾何平均をとって次のように定義する。

$$w_i = \left(\prod_{k=1}^p w_i(k) \right)^{1/p} \quad ; k=1,2,\dots,p \quad (8)$$

$$w \equiv (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (9)$$

where

$$w_i = \left(\prod_{k=1}^p w_i(k) \right)^{1/p} \quad ; i=1,2,\dots,n \quad (10)$$

(6)・(10)式より次式が成立する。

$$a_{ij} w_j = w_i / w_j \cdot w_j = w_i \quad (11)$$

A の第1行ベクトルに w ベクトルの転置を右乗して、

$$a_1 w^T = a_{11} w_1 + a_{12} w_2 + \cdots + a_{1n} w_n \\ = w_1 + w_1 + \cdots + w_1 = n w_1 \quad (12)$$

以下、第2行ベクトル以降を同様に展開していくと、結局次式が得られる。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (13)$$

(13)式を行列表現して、

$$A w^T = n w^T \quad (14)$$

(14)式は、一見して明白な如く固有方程式である。そのことを明示的に次式で示すことにする。

$$A x = \lambda x \quad (15)$$

(14)式と(15)式の対応関係より、

$$w^T = x : \text{固有ベクトル} \quad (16)$$

$$n = \lambda : \text{固有値} \quad (17)$$

であることが理解される。ただし、再述するように(16)・(17)式は、誤差やゆらぎの無い場合($\varepsilon_{ij}=0$)を仮定した際の、近似的関係であることに注意すべきである。コンピュータ・プログラムは、Mathematica言語を用いて、

$$\sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \cdots + x_n = 1 \quad (18)$$

を満足する収束計算を行えばよい。ただしこの時求まる固有値 λ は、最大固有値である。すなわち、べき乗法 (power method) を用いて、最大固有値に対応する(18)式の正規化した固有ベクトルを求めていけばよい。

A に誤差やゆらぎの無い場合、「 A は整合的である」と呼ばれる。 A が整合的でなければ、「サーティの定理」により、

$$\lambda > n \quad (\lambda \text{ は最大固有値}) \quad (19)$$

が成立する。そこで(19)式を展開して、

$$C.I. = (\lambda - n) / (n - 1) \quad (20)$$

を得る。 $C.I.$ は、整合度 (consistency index) と呼ばれる。 $C.I.$ は小さいほどよく、通常0.15以下であれば、「整合的であるとしてよい」とされるが、あまり過敏にならない方がよい

ともされる。この(14)式の固有方程式を、各階層で必要回数解いていき、次々に固有ベクトルを求めていく。そして、最終的に各代替案に関する「総合評価値」を求め、主観的意思決定の序列とするというのが、幾何平均AHPの概略である。

さて、「幾何平均ファジィAHP」は上述したT.L.SaatyのAHPをさらに次の方向に拡張する。すなわち、AHPの「総合評価値」の概念を修正し、これを「ファジィ積分(Choquet積分)値」で代替する。そしてこれを意思決定の指標にしようという拡張である。以下この点を少し詳述しよう。

「ファジィ積分値」は、 λ -ファジィ測度(λ は所与のパラメータ) m を用いた積分値である。ここで、 m は正確には $m_\lambda(\cdot)$ で表記され、「 λ -ファジィ測度」と呼ばれる。“ \cdot ”はある対象を、“ λ ”は「非加法性の度合いを表すパラメータ」であり、 $\lambda > -1$ とされる。

$$m_\lambda(A+B) = m_\lambda(A) + m_\lambda(B) + \lambda m_\lambda(A)m_\lambda(B) \quad (21)$$

where

$$\lambda > -1$$

(21)式が、 λ -ファジィ測度を規定する式である。ここで $\lambda > 0$ は優加法的、 $\lambda < 0$ は劣加法的、そして $\lambda = 0$ は加法的とされる。次に、この λ -ファジィ測度 $m_\lambda(\cdot)$ を用いた積分は、

$$(C) \int f dm \text{ ファジィ積分(Choquet積分)} \quad (22)$$

と表現される。この λ -ファジィ測度 $m(m_\lambda(\cdot))$ を用いた「ファジィ積分(Choquet積分)値」を、T.L.SaatyのAHPの「総合評価値」

の代わりに用いれば、T.L.SaatyのAHPとアナログな意思決定法が得られることになる。さらに、 λ の値を-1から $+\infty$ まで可変として、 λ -ファジィ測度 $m_\lambda(\cdot)$ を同定し、ファジィ積分値によって総合評価値を計算してグラフィックス処理すれば、総合評価値の感度分析(安定性等)も考察する事が出来る。以上が、「幾何平均ファジィAHP」の概要である。

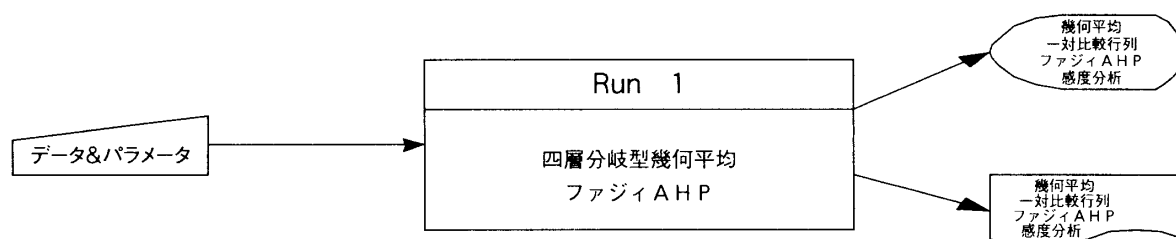
2.2 Mathematicaによるプログラム開発

上述した幾何平均ファジィAHPのコンピュータ・プログラムを、Mathematica言語を用いて開発しよう。先ずシステムチャートとフローチャートを示し、次いでプログラムのソースリストを示そう。

四層分岐型幾何平均ファジィAHPのMathematica言語によるシステムチャートを図1に示す。

ここで、データは主として複数意思決定者の一対比較行列のデータが多く、上三角行列のみが入力される。下三角行列及び幾何平均を求める演算は、プログラムの中で、自動的に作成される。パラメータは、主として四層分岐型幾何平均ファジィAHPの階層構造に関するものが多い。複数意思決定者の数は、npersonで与えている。出力の前半は、幾何平均演算を組み込んだ通常のT.L.SaatyのAHPの総合評価値に関するものである。出力の後半は、ファジィ積分及び λ の感度分析に関するものである。システムチャートの中で

図1 四層分岐型幾何平均ファジィAHPのシステムチャート



ファジィAHPを用いた管理職人事の意思決定

右下の帳票出力に関しては、オプション的な処理にしても構わない。

図2は、四層分岐型幾何平均ファジィAHPのMathematica言語によるフローチャートを示している。

接続記号②までは、幾何平均演算を組み込んだ通常のT.L.SaatyのAHP処理を示している。接続記号②以降が、ファジィ積分値計算及び感度分析の処理である。 λ を所与とし

て、 λ -ファジィ測度 $m_\lambda(\cdot)$ を計算し、さらにその関数としてショック積分(C) f_{fdm} を求めていることが読み取れる。 λ とファジィ積分の対を出力しながら、 λ を多数回入力する処理を繰り返すことで、感度分析を行っていることがわかる。

図3が、四層分岐型幾何平均ファジィAHPのMathematica言語によるソースプログラム、及びその入出力データである。

図2 四層分岐型ファジィAHPのフローチャート (Mathematica)

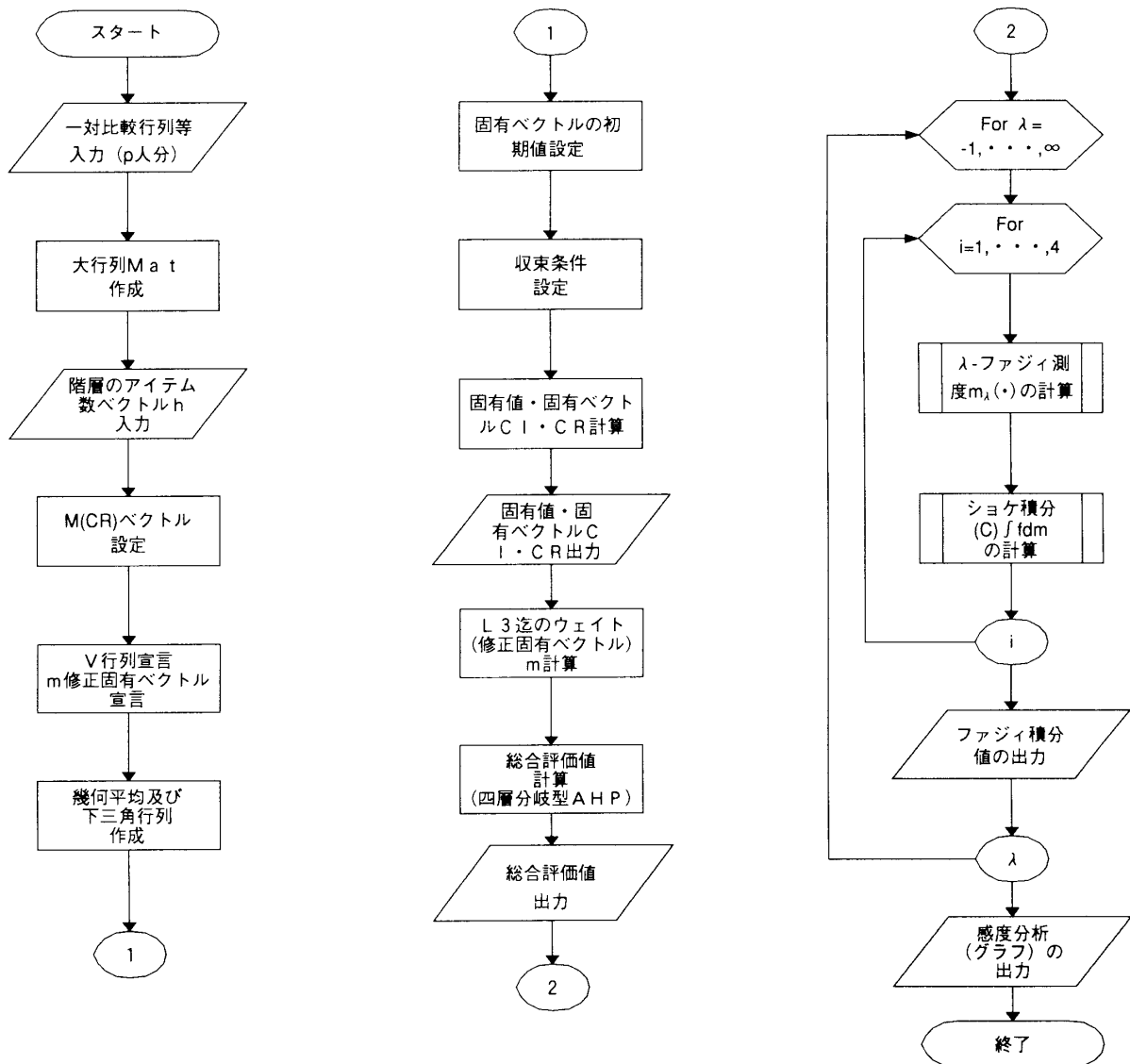


図3 四層分岐型幾何平均ファジィAHPのプログラム (Mathematica4.0)

(* 初期値設定 *)

(*一対比較行列*)

$$L2 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 5 & 9 & 1 & 3 & 7 & 9 \\ \square & 1 & 1/3 & 1/3 & \square & 1 & 5 & 3 \\ \square & \square & 1 & 1/3 & \square & \square & 1 & 3 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L31 = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 9 & 1 & 7 & 9 \\ \square & 1 & 5 & \square & 1 & 5 \\ \square & \square & 1 & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L32 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 & 1 & 7 & 1 \\ \square & 1 & 1/5 & \square & 1 & 1/3 \\ \square & \square & 1 & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L33 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \square & 1 & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L34 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 5 & 9 & 7 & 1 & 3 & 7 & 9 & 8 \\ \square & 1 & 1 & 5 & 3 & \square & 1 & 3 & 5 & 3 \\ \square & \square & 1 & 9 & 5 & \square & \square & 1 & 9 & 4 \\ \square & \square & \square & 1 & 1/5 & \square & \square & \square & 1 & 1/4 \\ \square & \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L41 = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 8 & 8 & 1 & 6 & 7 & 8 \\ \square & 1 & 4 & 6 & \square & 1 & 5 & 7 \\ \square & \square & 1 & 4 & \square & \square & 1 & 3 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L42 = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 8 & 8 & 1 & 6 & 8 & 8 \\ \square & 1 & 6 & 6 & \square & 1 & 6 & 7 \\ \square & \square & 1 & 3 & \square & \square & 1 & 3 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L43 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 5 & 6 & 1 & 5 & 5 & 7 \\ \square & 1 & 4 & 6 & \square & 1 & 4 & 6 \\ \square & \square & 1 & 4 & \square & \square & 1 & 5 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L44 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 4 & 6 & 8 \\ \square & 1 & 5 & 7 & \square & 1 & 6 & 7 \\ \square & \square & 1 & 3 & \square & \square & 1 & 2 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L45 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 4 & 6 & 8 \\ \square & 1 & 5 & 7 & \square & 1 & 6 & 6 \\ \square & \square & 1 & 3 & \square & \square & 1 & 2 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L46 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 4 & 6 & 8 \\ \square & 1 & 5 & 6 & \square & 1 & 6 & 7 \\ \square & \square & 1 & 3 & \square & \square & 1 & 2 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L47 = \begin{pmatrix} 1 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1 & 1/8 & 1/8 & 1/9 \\ \square & 1 & 1 & 1/2 & \square & 1 & 1 & 1/2 \\ \square & \square & 1 & 1 & \square & \square & 1 & 1 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L48 = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 8 & 9 & 1 & 8 & 8 & 9 \\ \square & 1 & 1 & 2 & \square & 1 & 1 & 2 \\ \square & \square & 1 & 1 & \square & \square & 1 & 1 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L49 = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 & 1 & 1 & 5 & 3 & 1 \\ \square & 1 & 1/3 & 1/3 & \square & 1 & 1/2 & 1/3 \\ \square & \square & 1 & 1/2 & \square & \square & 1 & 1/3 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L410 = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 5 & 5 & 1 & 1/2 & 4 & 4 \\ \square & 1 & 7 & 7 & \square & 1 & 6 & 7 \\ \square & \square & 1 & 1 & \square & \square & 1 & 1 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L411 = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 2 & 3 & 1 & 1/2 & 2 & 4 \\ \square & 1 & 5 & 5 & \square & 1 & 4 & 5 \\ \square & \square & 1 & 1 & \square & \square & 1 & 1 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L412 = \begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1 & 1 & 1 & 1/3 & 1 & 1 \\ \square & 1 & 5 & 7 & \square & 1 & 3 & 7 \\ \square & \square & 1 & 4 & \square & \square & 1 & 2 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

$$L413 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 5 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ \square & 1 & 2 & 2 & \square & 1 & 3 & 3 \\ \square & \square & 1 & 1 & \square & \square & 1 & 1 \\ \square & \square & \square & 1 & \square & \square & \square & 1 \end{pmatrix};$$

ファジィAHPを用いた管理職人事の意思決定

```

h = {1, 4, 13, 4}; (*階層構造*)

M = {0.00, 0.00, 0.58, 0.90, 1.12, 1.24, 1.32, 1.41, 1.45, 1.49, 1.51, 1.53};

V = {};

m = {};

nperson = 2;

(* 固有ベクトルの算出 *)

lm = Table[Length[Mat[[i]]], {i, 1, Length[Mat]}];

Print["-----固有ベクトル及び最大固有値-----"];

For[t = 1, t < Length[lm] + 1, t++,

  (*追加部分 下三角要素算出含む*)
  A = Mat[[t]];
  (*Print[MatrixForm[A]];*)
  For[i = 1, i < Length[A] + 1, i++,
    For[j = 1, j < Length[A] + 1, j++,
      If[i < j,
        A = ReplacePart[A,  $\sqrt[n]{A[[i, j]]}$ , {i, j}];
      ];
      A = ReplacePart[A, 1/A[[i, j]], {j, i}];
    ];
  ];
  Print[MatrixForm[A]];
  (*追加部分 下三角要素算出含む*)

  (*固有ベクトルの初期値設定*)
  v = Table[0.1, {i, lm[[t]] - 1}];
  v = Append[v, 1 - Sum[v[[i]], {i, 1, lm[[t]] - 1}]];

  n = Length[v];

  (*固有ベクトル、固有値及び整合性の繰り返し計算*)
  For[i = 1, Which[i < 3, i < 5, i >= 3, Chop[λ - λ1] != 0], i++,
    v = A . v;
    λ1 = λ;
    λ = Sum[v[[j]], {j, 1, n}];
    v = Table[v[[j]]/λ, {j, 1, n}];
    CI = (λ - n) / (n - 1);
    (*Print["v=", v, " λ=", λ, " CI=", CI];*)
  ];
  V = Flatten[Append[V, v]];

```

(* レベル2,3,4のウエイトへVを分割・加工 *)
 (* レベル2のウエイトm1 *)

```
m1 = Take[V, 1m[[1]]];
```

```
V = Drop[V, 1m[[1]]];
```

(* レベル3のウエイトm*)

```
For[i = 1, i < h[[2]] + 1, i++,
  Clear[m2];
  m2 = Take[V, 1m[[h[[1]] + i]]];
  V = Drop[V, 1m[[h[[1]] + i]]];
  m = Append[m, m2 + m1[[i]]];
];
```

```
m = Flatten[m];
```

(* レベル4のウエイトV *)

```
V = Partition[V, h[[4]]];
```

```
V = Transpose[V];
```

(* AHPによる総合評価 *)

```
Print["-----AHPによる総合評価-----", PaddedForm[TableForm[Prepend[Table[Append[V[[i]],
  (V.m)[[i]], {i, 1, h[[4]]}], m]], {5, 4}]];
```

(* ファジィ AHPによる評価 *)
 (* 初期設定 *)

```
Print["-----ファジィ AHPによる評価-----"];
```

```
n = Length[m]; (* 評価基準の数 *)
```

```
nm = Length[V]; (* 代替案の数 *)
```

```
GTSy = {};
```


ファジィAHPを用いた管理職人事の意思決定

```

Clear[λ, c];

m = m + c; (*評価基準のウェイトにcを乗ずる*)

m = Append[m, mλ[m, 1, 2]];

For[k = 3, k < n + 1, k++, L = Length[m];
  m = Append[m, mλ[m, L, k]]
];

(*λ-fuzzy測度/fuzzy積分*)

For[λ = -1, λ < 10, λ += 0.1,

  (*cの算出*)
  Clear[c];
  cc = DeleteCases[ComplexExpand[c /. Solve[m[[L + 1]] == 1]], _Complex];
  c = 100000;
  For[j = 1, j < Length[cc] + 1, j++, If[cc[[j]] >= 0 && c > cc[[j]], c = cc[[j]]];

  (*fuzzy積分*)
  For[s = 1, s < nn + 1, s++,

    (*λ-fuzzy測度を用いたウェイトmyを定義*)
    my = Take[m, n];
    (*Print["λ=", λ, "   cc=", cc, "   c=", c, "   m'=", my];*)

    (*ソート*)
    Vy = V[[s]];
    For[i = 1, i < n, i++,
      k = i;
      For[j = i + 1, j < n + 1, j++,
        If[Vy[[k]] < Vy[[j]], k = j]
      ];
      l = Vy[[i]];
      Vy = ReplacePart[Vy, Vy[[k]], i];
      Vy = ReplacePart[Vy, l, k];
      w = my[[i]];
      my = ReplacePart[my, my[[k]], i];
      my = ReplacePart[my, w, k]
    ];

    (*λ-fuzzy測度*)
    my = Append[my, mλ[my, 1, 2]];
    For[k = 3, k < n + 1, k++, L = Length[my];
      my = Append[my, mλ[my, L, k]]
    ];

    (*fuzzy積分値*)
    TSy = my[[1]] + (Vy[[1]] - Vy[[2]]) + Vy[[n]];
    For[j = 1, j < n - 1, j++, TSy = TSy + my[[n + j]] + (Vy[[j + 1]] - Vy[[j + 2]]);

    GTSy = Append[GTSy, {λ, TSy}];
  
```

```
IF[(Chop[λ] == 0 || λ == 1) && s == nn, Print[Take[GTSy, -nn]]];
];
```

(• グラフ出力 •)

```
ListPlot[GTSy, PlotStyle -> {Hue[1]}, PlotRange -> {0, 1}, AspectRatio -> 0.6, AxesLabel ->
{"λ", "総合評価値"}]
```

-----固有ベクトル及び最大固有値-----

$$\begin{pmatrix} 1 & \sqrt{15} & \sqrt{35} & 9 \\ \frac{1}{\sqrt{15}} & 1 & \sqrt{\frac{5}{3}} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{35}} & \sqrt{\frac{3}{5}} & 1 & 1 \\ \frac{1}{9} & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.663507, 0.132401, 0.103103, 0.100989} λ=4.06199 CI=0.020663 CR=0.0229589

$$\begin{pmatrix} 1 & 3\sqrt{7} & 9 \\ \frac{1}{3\sqrt{7}} & 1 & 5 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.784709, 0.16212, 0.0531701} λ=3.24965 CI=0.124825 CR=0.215216

$$\begin{pmatrix} 1 & \sqrt{35} & \sqrt{3} \\ \frac{1}{\sqrt{35}} & 1 & \frac{1}{\sqrt{15}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \sqrt{15} & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.566847, 0.0918843, 0.341268} λ=3.00175 CI=0.000877336 CR=0.00151265

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.5, 0.5} λ=2. CI=0. CR=-----

$$\begin{pmatrix} 1 & \sqrt{15} & \sqrt{35} & 9 & 2\sqrt{14} \\ \frac{1}{\sqrt{15}} & 1 & \sqrt{3} & 5 & 3 \\ \frac{1}{\sqrt{35}} & \frac{1}{\sqrt{3}} & 1 & 9 & 2\sqrt{5} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{3} & \frac{1}{9} & 1 & \frac{1}{2\sqrt{5}} \\ \frac{1}{2\sqrt{14}} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2\sqrt{5}} & 2\sqrt{5} & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.55418, 0.177191, 0.171314, 0.0294127, 0.0679024} λ=5.46175 CI=0.115437 CR=0.103069

$$\begin{pmatrix} 1 & 6 & 2\sqrt{14} & 8 \\ \frac{1}{6} & 1 & 2\sqrt{5} & \sqrt{42} \\ \frac{1}{2\sqrt{14}} & \frac{1}{2\sqrt{5}} & 1 & 2\sqrt{3} \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{\sqrt{42}} & \frac{1}{2\sqrt{3}} & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.65947, 0.217693, 0.0818434, 0.0409938} λ=4.40662 CI=0.135541 CR=0.150602

$$\begin{pmatrix} 1 & 6 & 8 & 8 \\ \frac{1}{6} & 1 & 6 & \sqrt{42} \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{6} & 1 & 3 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{\sqrt{42}} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.658049, 0.230648, 0.0704147, 0.0408887} λ=4.45615 CI=0.152049 CR=0.168943

ファジィAHPを用いた管理職人事の意思決定

$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 5 & \sqrt{42} \\ \frac{1}{5} & 1 & 4 & 6 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & 1 & 2\sqrt{5} \\ \frac{1}{\sqrt{42}} & \frac{1}{6} & \frac{1}{2\sqrt{5}} & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.599431, 0.243303, 0.11153, 0.0457363\}$ $\lambda = 4.45423$ $CI = 0.15141$ $CR = 0.168233$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2\sqrt{3} & \sqrt{30} & 2\sqrt{14} \\ \frac{1}{2\sqrt{3}} & 1 & \sqrt{30} & 7 \\ \frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{1}{\sqrt{30}} & 1 & \sqrt{6} \\ \frac{1}{2\sqrt{14}} & \frac{1}{7} & \frac{1}{\sqrt{6}} & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.570888, 0.296923, 0.084812, 0.0473764\}$ $\lambda = 4.23643$ $CI = 0.0788091$ $CR = 0.0875656$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2\sqrt{3} & \sqrt{30} & 2\sqrt{14} \\ \frac{1}{2\sqrt{3}} & 1 & \sqrt{30} & \sqrt{42} \\ \frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{1}{\sqrt{30}} & 1 & \sqrt{6} \\ \frac{1}{2\sqrt{14}} & \frac{1}{\sqrt{42}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.572228, 0.293591, 0.0856775, 0.048503\}$ $\lambda = 4.2317$ $CI = 0.0772326$ $CR = 0.085814$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2\sqrt{3} & \sqrt{30} & 2\sqrt{14} \\ \frac{1}{2\sqrt{3}} & 1 & \sqrt{30} & \sqrt{42} \\ \frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{1}{\sqrt{30}} & 1 & \sqrt{6} \\ \frac{1}{2\sqrt{14}} & \frac{1}{\sqrt{42}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.572228, 0.293591, 0.0856775, 0.048503\}$ $\lambda = 4.2317$ $CI = 0.0772326$ $CR = 0.085814$

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2\sqrt{14}} & \frac{1}{8} & \frac{1}{9} \\ 2\sqrt{14} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 8 & 1 & 1 & 1 \\ 9 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.0384117, 0.260725, 0.31348, 0.387383\}$ $\lambda = 4.04773$ $CI = 0.0159085$ $CR = 0.0176761$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2\sqrt{14} & 8 & 9 \\ \frac{1}{2\sqrt{14}} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{8} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{2} & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.725692, 0.110032, 0.0901789, 0.074097\}$ $\lambda = 4.04773$ $CI = 0.0159085$ $CR = 0.0176761$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2\sqrt{5} & 3 & 1 \\ \frac{1}{2\sqrt{5}} & 1 & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \sqrt{6} & 1 & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ 1 & 3 & \sqrt{6} & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.401944, 0.0888399, 0.16139, 0.347826\}$ $\lambda = 4.05839$ $CI = 0.0194622$ $CR = 0.0216247$

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{\sqrt{6}} & 2\sqrt{5} & 2\sqrt{5} \\ \sqrt{6} & 1 & \sqrt{42} & 7 \\ \frac{1}{2\sqrt{5}} & \frac{1}{\sqrt{42}} & 1 & 1 \\ \frac{1}{2\sqrt{5}} & \frac{1}{7} & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$v = \{0.291865, 0.561641, 0.0740446, 0.0724495\}$ $\lambda = 4.03028$ $CI = 0.0100923$ $CR = 0.0112137$

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{\sqrt{6}} & 2 & 2\sqrt{3} \\ \sqrt{6} & 1 & 2\sqrt{5} & 5 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2\sqrt{5}} & 1 & 1 \\ \frac{1}{2\sqrt{3}} & \frac{1}{5} & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{\sqrt{15}} & 1 & 1 \\ \sqrt{15} & 1 & \sqrt{15} & 7 \\ 1 & \frac{1}{\sqrt{15}} & 1 & 2\sqrt{2} \\ 1 & \frac{1}{7} & \frac{1}{2\sqrt{2}} & 1 \end{pmatrix}$$

v={0.135933, 0.596077, 0.176636, 0.0913541} λ=4.10371 CI=0.0345712 CR=0.0384125

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 2\sqrt{5} & 5 \\ \frac{1}{2} & 1 & \sqrt{6} & \sqrt{6} \\ \frac{1}{2\sqrt{5}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{\sqrt{6}} & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

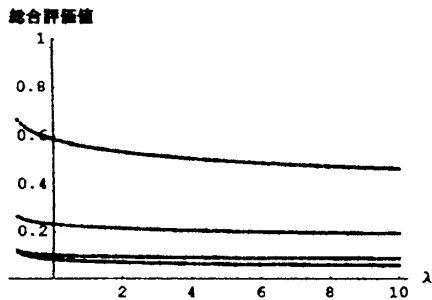
v={0.518688, 0.263871, 0.110251, 0.10719} λ=4.00132 CI=0.000441246 CR=0.000490274

	0.5207	0.1076	0.0353	0.0751	0.0122	0.0452
	0.6595	0.6580	0.5994	0.5709	0.5722	0.5722
-----AHPによる総合評価-----	0.2177	0.2306	0.2433	0.2969	0.2936	0.2936
	0.0818	0.0704	0.1115	0.0848	0.0857	0.0857
	0.0410	0.0409	0.0457	0.0474	0.0485	0.0485
	0.0516	0.0516	0.0560	0.0179	0.0173	0.0030
	0.0384	0.7257	0.4019	0.2919	0.2567	0.1359
	0.2607	0.1100	0.0888	0.5616	0.5332	0.5961
	0.3135	0.0902	0.1614	0.0740	0.1134	0.1766
	0.3874	0.0741	0.3478	0.0724	0.0968	0.0914
						0.1072
						0.5865
						0.2328
						0.0998
						0.0809

-----ファジィAHPによる評価-----

{{-1.38778 × 10⁻¹⁶, 0.586465}, {-1.38778 × 10⁻¹⁶, 0.232799}, {-1.38778 × 10⁻¹⁶, 0.0998089}, {-1.38778 × 10⁻¹⁶, 0.080927}}

{{1., 0.55463}, {1., 0.221765}, {1., 0.0950961}, {1., 0.0725168}}



- Graphics -

図3の前半は入力データ及びパラメータを、後半は出力データを示している。入力の大半分を占める複数意思決定者の一対比較行列は、いずれも上三角行列のみを入力する形式にしている。Matは、一対比較行列をすべて包摂する大行列である。hは、AHPの階層構造及び各層のアイテム数を示すベクトルである。Mは、C.R.を計算する際のランダム整合度を示している。Vは総合評価行列を、mはレベル4までのウェイトを格納するエリアである。複数意思決定者数は、npersonで与えられている。一対比較行列に関して、複数意思決定者の幾何平均演算と、下三角行列の

作成演算は“(* 追加部分 下三角要素算出 含む *)”で行われている。最大固有値と固有ベクトルの計算にはべき乗法を用いている。整合度C.I.及びC.R.の計算もここで行われている。AHPの総合評価値ベクトルは、“(* AHPによる総合評価 *)”のV.mの部分で求められている。

次に、ファジィ積分に関しては、以下の通りである。まず、GTSyは感度分析のグラフ出力の縦軸の値、すなわちファジィ積分値TSyを保存していく作業用のワークエリアである。その下のmλ[x_, y_, z_]の行は、λ-ファジィ測度を求める計算式である。cを乗

じているのは、 λ -ファジィ測度 $m_\lambda(\cdot)$ の全体の測度を '1' にするための処置である。DeleteCasesのステートメントは、 c の高次代数方程式の解で、複素解を取り除き実数解のみとする役割を果たしている。 $c=100000$ は、最小値を求めるための代入文である。その下のFor文では、非負かつ最小な c を求めている。こうして、 $m_\lambda(\cdot)$ を求めている。(*ソート*)のルーチンは、シヨケ積分を行う準備である。すなわち、AHP総合評価行列のウエイトに関する行ベクトル要素を降番順にソート（縦のソート）し、かつ λ -ファジィ測度も降番順にソート（横のソート）するルーチンである。(* λ -fuzzy測度*)のルーチンは、ソート済みの λ -ファジィ測度ベクトル my を求めるルーチンである。求めるファジィ積分値は、(*fuzzy積分値*)のルーチンで求められている。出力は、 λ とファジィ積分値が対の形で出力されている。最後に(*グラフ出力*)のルーチンは、横軸を「 λ 」に、縦軸を「総合評価値」とする感度分析に関するグラフ出力のためのルーチンである。ほんの1行のステートメントで、事足りていることが極めて印象的である。

3. ファジィAHPと管理職人事

3.1 階層図と一対比較行列

ファジィAHPの基礎となるK社の管理職人事の階層図、及びプログラムの入力データ

行列となる「一対比較行列」につき、その考え方を以下に説述する。先ず、四層分岐型ファジィAHPの階層図を図4に示す。

次に表1を示す。表1には、図4の階層図をもとに、一対比較行列を作成するための、変数名が記載されている。

レベル1の問題（分析テーマ）は、「新規プロジェクト・リーダーには誰が適当か」である。これに対して、既に第1次選考（取締役会議等）を終了し四人の候補者A・B・C・Dが代替案として挙げられている。L2は、第二層の評価基準を示している。すなわち、K社の「無線LAN導入システム開発プロジェクト」のプロジェクト・リーダーの選出に際して、必要と思われる第二層の評価基準を示している。「仕事の能力」・「マネジメント」・「経験年数」・「人間性」の四つのアイテムがそれぞれである。「仕事の能力」は、文字通り緊急に立ち上げるべきプロジェクトの内容そのものに関する業務知識や技術・職務遂行能力、及び関連する幅広い知識等からみるアイテムである。「マネジメント」は、プロジェクト・チームをコーディネートし管理していく、いわば「人使い」のアイテムである。当然、十分なる「経営感覚」を身に付けていることを前提条件としているアイテムである。「経験年数」は、今回の緊急プロジェクト候補者として、第一次選考で絞られた四人の候補者の年齢構成等考慮して、入社十年以上のベテラン社員とそれ以下の若手社員

図4 K社の管理職人事の階層図

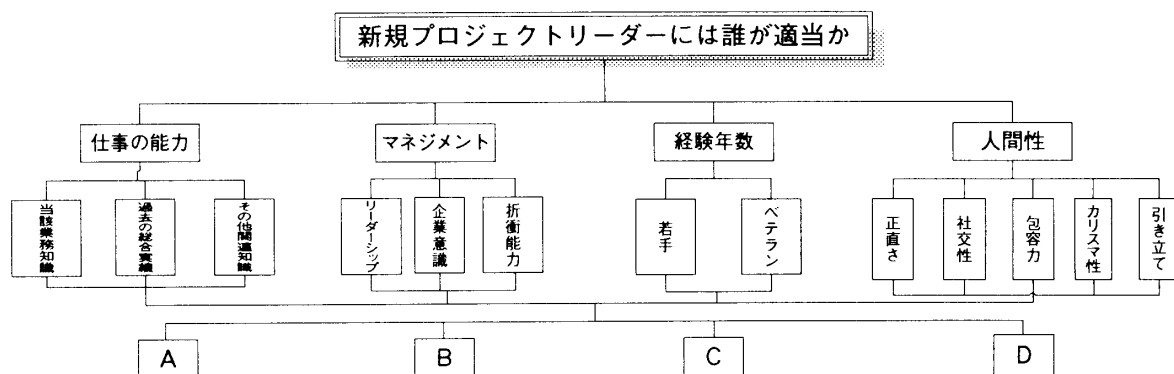


表 1 一対比較行列と変数名

No.	一対比較行列名	変数名
1	レベル 2 の一対比較行列	L 2
2	レベル 3 の一対比較行列 (仕事の能力)	L 31
3	レベル 3 の一対比較行列 (マネジメント)	L 32
4	レベル 3 の一対比較行列 (経験年数)	L 33
5	レベル 3 の一対比較行列 (人間性)	L 34
6	レベル 4 の一対比較行列 (当該業務知識)	L 41
7	レベル 4 の一対比較行列 (過去の総合実績)	L 42
8	レベル 4 の一対比較行列 (その他関連知識)	L 43
9	レベル 4 の一対比較行列 (リーダーシップ)	L 44
10	レベル 4 の一対比較行列 (企業意識)	L 45
11	レベル 4 の一対比較行列 (折衝能力)	L 46
12	レベル 4 の一対比較行列 (若手)	L 47
13	レベル 4 の一対比較行列 (ベテラン)	L 48
14	レベル 4 の一対比較行列 (正直さ)	L 49
15	レベル 4 の一対比較行列 (社交性)	L 410
16	レベル 4 の一対比較行列 (包容力)	L 411
17	レベル 4 の一対比較行列 (カリスマ性)	L 412
18	レベル 4 の一対比較行列 (引き立て)	L 413

に二分するアイテムとしている。「人間性」は、プロジェクト・リーダーの人格的資質や個性、さらには経営者との縁故関係等の個人的関係をも考慮した、いわば「人間性」とでもいうべきアイテムである。

第三層のレベル 3 では、上のレベル 2 をさらに詳細な評価基準で示している。先ず、「仕事の能力」では、「当該業務知識」・「過去の総合実績」、及び「その他関連知識」の三つのアイテムを取り上げている。ここで「当該業務知識」は、ネットワーク・アーキテクチャーや無線 LAN のデータ転送速度・通信距離・電波障害等の、今回プロジェクトそのものに関する業務知識や技術・職務遂行能力のことを意味している。「過去の総合実績」は、入社後から現在に至る総合的な実績の評価に関するアイテムである。「その他関連知識」は、今回の開発プロジェクトに関連すると考えられる、情報処理や法的規制さらに

は英文翻訳能力等に関連する、国家資格・民間資格等に関するアイテムである。

次に、「マネジメント」はさらに「リーダーシップ」・「企業意識」・「折衝能力」の三つのアイテムより構成されている。もちろん、この他にも多数のアイテムが想定されるが、アイテム数が多すぎても却って整合度 (C.I.) は悪化するという AHP の多くの研究成果から、アイテム数を少数に限定している。「リーダーシップ」(統率力) は、詳細に言えば企画力 (アイデア力) ・説得力・決断力も含んでいる。リーダーたる者がこれらの要素を具有していなければならないことを想起すれば、理解し得る内容と思われる。「企業意識」とは、より詳述すればコスト意識 (原価意識) ・金銭感覚・経営意識・ライン意識・プロ意識・忠誠心等に関連するアイテムである。「折衝能力」とは、いわゆる渉外力・交渉能力等に関わるアイテムである。プ

プロジェクト・リーダーがプロジェクト・マネージャーと連携して企業内外で仕事することを想起すれば、これも理解し得るところであろう。

次に、「経験年数」は「若手」と「ベテラン」のアイテムに二分される。K社の今回の四人の候補者の勤務年数の構成は、入社14年・9年・8年・7年となっている。そこで、ここでは入社14年の社員をベテラン、それ以外の社員を若手と考えることにしている。

最後に、「人間性」は次の五つのアイテムに分けられる。「正直さ」・「社交性」・「包容力」・「カリスマ性」・「引き立て」がそれである。ここで「正直さ」とは、会社や上司等に虚偽の報告をしない・嘘をつかない・責任感を有している・信頼性に優れる等の事柄に関連するアイテムといえよう。「社交性」とは、いわゆる外交性の他に協調性・明朗性・積極性にも関連するアイテムである。「包容力」とは、メンバーを見捨てない・メンバーの失敗もカバーする等に関わるアイテムである。「カリスマ性」とは、いわゆるカリスマ的魅力(支配力)のことである。最後の「引き立て」とは、縁故・学閥・派閥・出身地等による「引き立て」を意味している。

一対比較行列の入力は、前述した如く、経営責任者(代表取締役社長)と熟練者(エキスパート)の二名より成る、グループ意思決定方式による一対比較行列となっている。具体的には、両者の一対比較行列の幾何平均を採ることで、最終的な一対比較行列を求めている。ここで、分析に熟練者(エキスパート)を入れたのは以下の理由による。主たる理由は、AHPにおける階層図と一対比較行列の作成法等の困難性にある。すなわち階層図の作成における「完全型」・「分岐型」・「短絡型」の検討、各階層におけるアイテム間の独立性と従属性の考察、及び一対比較行列の記入法等種々の困難な諸点が想起されるからであった。本論文ではかかる点を考慮し、経

営責任者(K社代表取締役社長)と熟練者が事前に入念なる討議を行い、最終的な入力データ行列やパラメータ等を作成している。

一対比較行列のうち、重要と思われる諸点に限定して説述を加えよう。一対比較行列の詳細は、図3のMathematicaによるコンピュータ・プログラムの冒頭部分より読み取ることが可能である。ただし、各行列は二人の意思決定者の一対比較行列の幾何平均を採る必要性から、二つの正方向行列よりなる複合行列となっている。前の行列が経営責任者の一対比較行列を、後の行列が熟練者の一対比較行列を表している。

L2行列は、第二層の評価基準に関するものであった。二人の意思決定者の間で相違が見られるのは、「マネジメント」と「経験年数」のアイテムに関してである。経営責任者は、「マネジメント」と「経験年数」の比較では「経験年数」の方を、また「経験年数」と「人間性」では「人間性」の方を重視している。これに対して、熟練者は逆の評価をしている。さらに言及すれば、両者共に四つのアイテム中「仕事の能力」を絶対的に重視している。殊に、「人間性」のアイテムとの比較でも、「仕事の能力」の方を大きく重視していることがわかる。

L31からL34では、両者の間に相違はほとんどない。「仕事の能力」では、両者とも「当該業務知識」を絶対的に重視し、次いで「過去の総合実績」を重視していることがわかる。「マネジメント」では、両者共に「企業意識」より「折衝能力」の方を重視していることが興味深い。「経験年数」では、両者とも「若手」と「ベテラン」のいずれでもよいとしている。「人間性」では、両者共に「正直さ」を絶対的に重視している点が興味深い。構築しようとしている「無線LANシステム」の信頼性等の重要性を想起すれば、理解し得るところかもしれない。「カリスマ性」については、両者共ほとんど問題にしていな。 「引き立て」については、「カリスマ

性」よりも重視するものの、他のアイテムとの比較では、いずれも他のアイテムの方を重視する考え方になっている。

残りのL41からL413に関しては、二人の意思決定者の間に顕著な差異はあまり見られない。ただし、両者間で評価の数値が異なることはいうまでもない。両者を総合したイメージで一対比較行列を説明すると以下の通りである。先ず擬順序関係では、 $A \succ B \succ C \succ D$ が大半（L41・L42・L43・L44・L45・L46・L48）である。他はすべて微妙に異なり、 $D \succ C \succ B \succ A$ がL47、 $A \succ D \succ C \succ B$ がL49、 $B \succ A \succ C = D$ がL410、 $B \succ A = C \succ D$ がL412、 $A \succ B \succ C = D$ がL413となっている。L47とL48は、アイテムの概念よりほぼ逆の関係が成立している。また数値もほとんど同じ内容になっている。数値の点では、両者がほぼ相互に強弱性を持っているのがL41・L45・L413、若干熟練者が強い差をつけているのがL43・L44・L46、わずかに熟練者が差をつけているのがL49、若干経営責任者が強い差をつけているのがL410、わずかに経営責任者が差をつけているのがL411・L412、L42においては1箇所のみ異なるのみで他はすべて同じ数値となっている。

3.2 管理職人事の意思決定

筆者が、独自に開発したMathematicaによる四層分岐型幾何平均ファジィAHPのコンピュータプログラムを駆使しての分析結果は、図3のプログラムの後半部分に出力されている。以下、四人の候補者に関する管理職人事の意思決定につき説述しよう。

先ず、L2からL413に及ぶ経営責任者と熟練者の両者による主観的評価値の幾何平均後の一対比較行列・固有ベクトル・固有値・C.I.・C.R.が出力されている。一対比較行列の整合度C.I.は、L413(引き立て)の0.000441からL43(その他関連知識)の0.1514の範囲に及んでいる。全体的に整合度はいずれも許容され得る数値であり、概して良好なる整合

度が得られているものと解釈できる。AHPによる総合評価値行列では、表頭に「各評価基準ごとの重要度(ウエイト)」ベクトルが、右の表側に「総合評価値」ベクトルが示されている。各評価基準の重要度(ウエイト)では、「当該業務知識(0.5207)」が他のウエイトを大きく引き離している。「無線LANシステム」のプロジェクトの内容を想定すれば、当然とも思われるウエイト値かもしれない。この結果四人の候補者の「総合評価値ベクトル」は、以下の通りである。第1位 $A = 0.5865$ 、第2位 $B = 0.2328$ 、第3位 $C = 0.0998$ 、第4位 $D = 0.0809$ 四人の候補者中、Aが突出して総合評価値が高い。次いで、Bがこれに続いている。CとDは、A・B両候補者に大きく差をつけられている。さらに、CとDの差は僅差であり、それほど大きな差異はついていない。総合評価値の視覚的表示は、プログラム最後の、グラフ出力の横座標値が'0'の縦座標値に表示されている。A候補者が突出している様子が明示的に示唆されている。

次に、「ファジィAHPによる評価」について説述しよう。グラフ出力の上部に出力された数値データの対は、 λ 値とファジィ積分(ショック積分)値の対を示している。ここで、 $\lambda = 0$ に対応する積分値は、理論的には通常のAHPの総合評価値と一致する。出力データは、このことを明瞭に示している。次の行の出力データの各対は、 $\lambda = 1$ に対応するファジィ積分値の各対を示している。参考用に供すべく、例えば $\lambda = 1$ の際の積分値ということで、出力させている。結果は、いずれも通常のAHPの総合評価値よりも若干低下しているが、各候補者の順位には変化がみられていない。出力データの最下行に示したグラフ出力は、 λ に関するファジィ積分値(総合評価値)の感度分析を示している。 λ に、評価基準に関する複数意思決定者の平均的なその時の心理状態が、代替性(ある評価基準の最高性)に固執するのか、それとも全体的な相乗性(最低水準性)に固執するのか等を反

映させることが可能である。ここで、 $\lambda < 0$ は劣加法的（代替的）、 $\lambda > 0$ は優加法的（相乗的）な複数意思決定者の平均的な性格（心理）を示している。さらに、 $\lambda = -1$ ならある突出した評価基準の最大値でファジィ積分値が決まってくるが、 $\lambda \rightarrow +\infty$ なら、低い評価基準の混入があると、全体的にはこれに引きずられてファジィ積分値は徐々に低下していき、遂には $\lambda = +\infty$ の極言で、ファジィ積分値の最小値に一致する。

候補者Aは、 λ の全域にわたり複数意思決定者の性格（心理）の状態に拘わらず、第1位である。次いで、全域にわたり通常のAHPの分析結果同様、候補者B・候補者C・候補者Dの順位となっている。しかも再述するが如く、候補者Aの優位の程度は極めて顕著である。それに続く、候補者Bの候補者Cと候補者Dに対する乖離度もかなり顕著である。概して、グラフ出力の λ に関する感度分析の結果は、各候補者の途中での順位の入れ替えもなく、安定的に推移しているといえる。それ故、ファジィAHPによる開発プロジェクトの管理職人事の意思決定を要約すれば、複数の意思決定者による主観的な評価基準やその時々々の性格（心理）の状態にも拘わらず、候補者Aが他の候補者を圧倒して選出されよう。さらに、候補者Aに何等かの不都合が生じたとすれば、その際は候補者Bを選出すべきであろう。

4 結論

本稿では、「無線LAN導入システムの開発プロジェクト」の新規案件に際して、プロジェクト・リーダーを緊急に決定すべきという取締役会の要請に直面し、この意思決定問題をT.L.Saatyの「AHP」をさらに経営科学的に拡張することで解決することにした。拡張した点は次の二点であった。すなわち、複数意思決定者により作成される対比較行列を「幾何平均」演算を用いて平均的に求め

ること、及びAHPの総合評価値ベクトル演算に、 λ -ファジィ測度を導入したファジィ積分値による「ファジィAHP」を導入したことの二点がそれであった。次いで、筆者はかかるアルゴリズムを提唱したのみならず、管理職人事の意思決定問題をコンピュータを用いて処理するためのアプリケーション・プログラムも独自に開発した。開発に際しては、多機能性・操作性・プレゼンテーション性及びプログラミングの生産性等に優れたMathematica言語を用いることにした。さらに、筆者が独自に開発したこの「四層分岐型幾何平均ファジィAHP」を現実の経営意思決定問題に適用すべく、広島市内に位置する情報処理産業(株)K社の管理職人事の意思決定問題に応用してみた。

経営責任者と熟練者の二人の幾何平均としての一対比較行列は、いずれも良好なる整合度(C.I.)を呈示した。さらに、演算の途中の比較的大きな行列の最大固有値、及び固有ベクトルの収束の精度や時間も良好であり、実用上問題ないことが確認された。この結果、「四層分岐型幾何平均ファジィAHP」による「管理職人事の意思決定問題」の解は、 $A \succ B \succ C \succ D$ という候補者の順位（総合評価値）を帰結した。また、ファジィ積分(Choquet積分)値と λ （意思決定者の平均的なそのときの心理状態を反映する指標）に関する感度分析(グラフ出力)も、各候補者の順位の入れ替えもなく、安定的な応答を示した。この結果、(株)K社の「無線LAN導入システムの開発プロジェクト」のプロジェクト・リーダーには、「A氏が最も好ましい。しかもその程度は、他を大きく圧倒している」の帰結が得られるに至った。

最後に、本稿に課せられた次の課題は以下の如くであろう。先ず第一は、類似の意思決定問題（幾何平均ファジィAHP）を、「分岐型」から「完全型」及び「短絡型」への拡張、さらには三層完全型への拡張等であろう。第二は、そのためのコンピュータ・システム

の開発であり、第三はかかるアルゴリズムの現実の企業における管理職人事の意思決定への応用であろう。

【謝辞】

筆者等は、この機を借りて有形無形の示唆を付与してくれた、広島県立大学教授呉漢生博士・第一経済大学講師川畑博子氏・(株)タイセイ代表取締役社長成田力俊氏、及び日立中国ソフトウェア(株)S E原田幸士氏に感謝の意を表したい。同時に、筆者等に終始多大なる激励を付与して下さった九州産業大学産業経営研究所のスタッフに深謝の意を表したい。

【参考文献】

- [1] Kawabata,K and H.Kawabata : "Development of System Simulator for the Dynamic Economic Structural Analysis (1)", The Bulletin of Hiroshima Prefectural University, 8-2, 1977, pp.1-26.
- [2] Satty,T.L. : "Applications of Analytical Hierarchies", Mathematics and Computers in Simulation, Vol.12 No.1, 1979, pp.1-20.
- [3] Satty,T.L. : The Analytic Hierarchy Process :Planning Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill, 1980.
- [4] Satty,T.L. and L.G.Vargas :Models Methods, Concept & Applications of the Analytic Hierarchy Process, Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [5] Hwang,H.J. :An application of the Analytic Hierarchy Process to the Evaluation of Statistical Expert Systems for Social Science Research, Mississippi State University, 1990.
- [6] 小国力：『Mathematicaの基礎と応用一分かりやすいプログラミング』、サイエンス社、1996年。
- [7] 川畑博子：「グレンジャーの因果性分析とその応用に関する研究」、九州工業大学大学院博士課程ワーキングペーパー、1998年、pp.1-21。
- [8] 川畑博子・川畑公久・原田幸士：「AHPを用いた北海道財政政策分析」、九州産業大学『経営学論集』、第13巻第1号、2002年、pp.45-74。
- [9] 川畑博子・川畑公久・原田幸士：「三層完全型ファジィAHPプログラムの開発と市場調査への応用」、九州産業大学『経営学論集』、第13巻第2号、2002年、pp.31-51。
- [10] 木下栄蔵：『AHP手法と応用技術』、総合技術センター、1993年。
- [11] 玄光男・中田憲一：『Mathematica ニューラルネットワークと最適化』、共立出版、1998年。
- [12] 刀根薫：『ゲーム感覚意思決定法—AHP入門—』、日科技連、1986年。
- [13] 刀根薫・真鍋龍太郎：『AHP事例集』、日科技連、1990年。
- [14] 中島信之：『ファジィ数学のおはなし』、培風館、1997年。

【執筆者紹介】

川畑公久：本学経営学部教授
福田 馨：本学経営学部教授

ファジィAHPを用いた管理職人事の意思決定*

川畑公久[†] 福田馨[†]

(2003年 7月18日原稿受理)

A Decision Making on the Administrative Post Personnel Using Fuzzy AHP

(Kimihisa KAWABATA, Kaoru FUKUDA)

(Received on July 18, 2003)

【要旨】

本稿は、管理職人事の意思決定問題を、T.L.Saaty によって提唱されたAHPによって解決したものである。T.L.Saaty のAHPは、二つの方向に拡張される。一つはグループ型AHPであり、他はファジィAHPである。グループによる一対比較行列は、幾何平均を採ることで、通常の一対比較行列に変換される。ファジィAHPは、AHPの「総合評価値」を「ファジィ積分(Choquet積分)値」で代替したものである。

我々のアプローチの現実妥当性を検証すべく、広島市におけるK社の無線LANプロジェクトの「プロジェクト・リーダー決定問題」が分析される。数学的には、「四層分岐型幾何平均ファジィAHP」が考察される。さらに、この問題をコンピュータで解くために、我々によって独自に Mathematica 言語によるコンピュータ・プログラムが開発される。

分析の結果は、一対比較行列に関してC.I.値も相当に低く、満足のいく整合性を示した。その結果、特定の候補者が他を圧倒して選出された。 λ -ファジィ測度における λ に関する総合評価値の感度分析も、安定的な応答を示した。換言すれば、同一候補者が λ 値の全域にわたり、他を圧倒して選出された。