

タイトル	Fuzzy Outrankingに基づく意思決定支援システムの構築：人事評価への応用
著者	天笠，道裕
引用	北海学園大学経営論集，8(2)：121-146
発行日	2010-09-25

# Fuzzy Outranking に基づく 意思決定支援システムの構築

— 人事評価への応用 —

天 笠 道 裕

## 目 次

- I. はじめに
- II. 人事評価とそのアルゴリズム
- III. Fuzzy Outranking に基づく人事評価値の順序付け法
- IV. 人事評価意思決定支援システム (PADSS) の構築
- V. PADSS による具体的な人事評価シミュレーション
- VI. おわりに

## I. はじめに

価値観、行動様式や問題意識等がきわめて多様化している今日、政治、経済、社会の各方面において多種多様な問題が生じている。また、そこでの諸問題は、目的も価値も多元的で、意思決定に関わる不確実性が内在し、Nonprogrammable なケースが多く、問題の解を導き出すことは容易ではない。したがって、これらの諸問題の解決を支援するためのアプローチの研究・開発が求められている。

これらの諸問題に対する解を導出するための一つのアプローチとして、意思決定支援システム (Decision Support System ; DSS) の活用がある。

A. Gorry と M. S. Morton は、意思決定支援システムに関するフレームワークを、H. A. Simon による意思決定分類<sup>1)</sup>と R. N.

Anthony による機能分類<sup>2)</sup>を結合し定義づけている<sup>3)</sup>。

H. A. Simon は、意思決定を programmable と nonprogrammable に規定し、さらに R. N. Anthony は、経営活動を Operational control, Management control, Strategic planning の 3 レベルに規定している。一方、R. Sprague と E. Carlson は、意思決定支援システムを、「DSS は非構造的問題 (Unstructured) を解決するため、データとモデルを利用することにより意思決定者を支援する対話型のコンピュータベースシステムである。」と定義づけている<sup>4)</sup>。“Unstructured” は、H. A. Simon による Nonprogrammable であり、目的、制約条件などがあまり明らかでなく、不確実性が内在し、解を見出すためのアルゴリズムが存在せず、その問題に依存した形で問題解決が図られる意思決定問題として定義される。例えば、研究開発 (R&D)、吸収合併 (M&A)、新製品開発、報酬システム設計や貸付信用評価に関する問題などが該当する。

本論文では、意思決定者の不確実性が内在し Nonprogrammable として規定される多属性意思決定問題に対する支援システムを提案する。すなわち、複数の代替案を様々な視点から評価し、それらを代替案ごとに一つの総合評価値に統合し、統合された値に基づいて複数の代替案を順序付けるための方法を

Fuzzy Outranking<sup>5)</sup>に基づく意思決定支援システムとして構築する。なお、Fuzzy Outrankingは、人間の意志決定上の不確実性を Fuzziness<sup>6)</sup>として捉え、合理的に順序付けを行うことが可能な方法である。

ここで提案する意思決定支援システムは、DSSの定義からも推察されるように、意思決定者の知識や経験を数学モデルに組み込み、代替案に関する情報をデータベースに蓄積し、評価を行うユーザ（意思決定者）からの入力データに対して数学モデル、およびデータベースを用いて合理的に解を導き出すことが可能なシステムである。

さらに、ここで提案した意思決定支援システムを、従来の日本型経営を基礎とする評価法を踏まえた、ハイブリッド型の人事評価意思決定支援システムとして構築し、それを具体的な人事評価問題に適用し、その有効性を検証する。

## II. 人事評価とそのアルゴリズム

### 1. 人事評価と課題

バブル経済が崩壊し、企業を取り巻く環境が激動する中で、企業においてはコストダウン（Cost Reduction）やリストラクチャリング（Restructuring）などをはじめとする、経営の徹底した合理化や効率化が進められている。このような状況の中で、特に、従来からの日本型経営といわれている年功序列制度、年功賃金制度、あるいは終身雇用制度などが大きく変質するとともに、「年功序列主義→能力主義→成果主義」へと変遷し<sup>7),8)</sup>、人的資源管理制度は新局面を迎えているといえる。さらに、成果主義の浸透に伴い、目標管理制度の導入が高まり、より公平、公正で、納得できるような人事評価制度の確立やそのシステム構築が一つの課題といえ、将来を見据えた、社会環境の変化に適応した新しい人事評価システムが求められているといえる。

人事評価システムは、組織成員の組織における行動事実を明らかにし、評価基準に照らして人事評価を行うシステムである。昭和60年代初頭における我が国の人事評価制度と年功序列制に関する調査によれば、「我が国企業は、生涯雇用慣行のもと、成員全体のモラル向上によって組織効率を高めるために、年功序列制のメリットを生かしてきた。しかし、厳しい経営環境の変化に対応するため、年功序列制から、いわゆる能力主義への脱皮をせまられ、そのための努力が実践・継続されている。」<sup>9)</sup>という結果がすでに示されており、今日の成果主義の到来を予測していたといえる。また、このことは年功序列制を修正、もしくは完全に破棄していくことが、その後の企業が生成発展していくための必要条件となっていることを示唆していたといえる。したがって、このような企業環境の変化に対処した柔軟性のある、科学的、合理的な人事評価システムを創りあげていくことは、有能な人材を育成するという意味で、戦略的にも企業にとって必要不可欠であろう。

人事評価システムの中で本質的に避けることのできないことは、「人間が人間を評価する。」ことであり、「評価結果が公平で、妥当で、納得できるものでなければならない。」という点である。人間が形成する社会では、人間の行う意思決定は、多分に相対的で、知識や主観、経験に基づくものとならざるをえない。人事評価においては、人事評価者の価値基準に関するあいまいさや価値判断のあいまいさ、および被評価者のもつあいまいさ（Fuzziness）などが存在し、この Fuzziness をいかに合理的に処理するかが重要な課題といえる。さらに、人事評価システムには、機能と運営の両面でも多くの検討すべき課題が残されている<sup>10)</sup>。

例えば、機能的側面として、①被評価者の層別化の必要性、②職種特性にあった人事評価項目の選定、③人事評価項目の合理的な

ウェイトの決定とウェイトを考慮した柔軟性のある人事評価方法の開発などが考えられる。運用の側面においては、④評価者の評価能力向上や事実に基づく公平な評価、⑤評価結果のバラつきに対する部門間、事業部間、全社調整、⑥被評価者に対する納得性の高いフィード・バック、⑦業績中心主義への人事評価法の確立<sup>11)</sup>、⑧配置、異動、能力開発、賞与、昇給、昇格など、さまざまな人事評価の目的に対処可能な人事評価法の確立など、多くの課題がある。

人事評価は制度的に公平、公正に行われ、その評価結果は被評価者に高い納得が得られなければならない。このことは“自分と他人との差別化への欲求”でもある。さらに、人事評価は、被評価者にとって人間として前進する発展性につながる評価、すなわち活きた評価でなければならない。また、評価者にとっても部下を評価することにより、自己の能力開発やリーダーシップの高揚に結びつけなければならない。これらの人事評価に関わる課題に対する解決策として、システム認識プロセス<sup>12)</sup>に基づく人事評価構造モデルの

構築が考えられる。

本論文では、以上に述べた様々な課題に対処するため、柔軟性のある具体的な方法として、システム認識プロセスに基づく、従来の評価法を踏まえたハイブリッド型の人事評価意思決定支援システムを提案する。

## 2. 人事評価のためのアルゴリズム

人事評価のためのアルゴリズムは、図1で示される。

人事評価システムは、社会環境や企業環境の変化に適宜適合しつつ人事評価を行えるシステムである。本システムは、そこに参画する複数の評価者自身が心に抱くイメージを人事評価構造モデルとして表現し、さらに複数の評価者のもつ知見を総集し、合意した人事評価構造モデルとして具現化する構造モデルの構築プロセス( $P_1$ )と、同定された人事評価構造モデルにおける人事評価項目のウェイトを決定するとともに、人事評価項目の視点から被評価者を評価し、それらを一つの人事評価値として統合する人事評価プロセス( $P_2$ )から構成され、図1で示される。

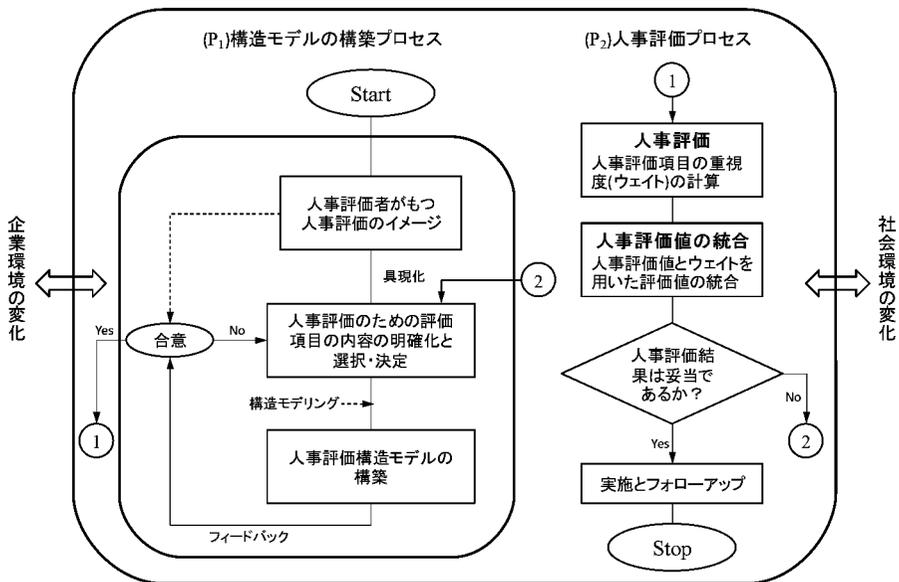


図1 人事評価システム

図1において、人事評価構造モデルの構築プロセス ( $P_1$ ) の目的は、人事評価を行う複数の評価者、あるいは人事評価に関わるスペシャリストの知見を反映する人事評価イメージを、人事評価構造モデルとして具現化することである。したがって、人事評価構造モデルの同定プロセスは人事評価者の知見に基づくイメージを、人事評価構造モデルに埋め込むことから始まる。ここでは、システムアナリシスの初期段階として、人事評価のための評価項目の内容を明らかにし、実際に人事評価で用いる人事評価項目を抽出・整理する。これによって評価のための人事評価項目を確定する。

さらに、構造モデリングによりこれらの評価要素間の関係を明確にし、人事評価システムのハイアラキー構造を構築する。構造モデリングを行う際には、人間の価値・判断等に関わる複雑な心理的要因などを反映した人事評価構造モデルを構築する必要がある。

構造モデリングにより得られた人事評価要素間の関係を示す結果を、人事評価者にフィード・バックし、当初、人事評価者が抱いていた人事評価法のイメージと対比させ、合意が得られたか否かを検証する。もし、その結果が人事評価者にとって当初イメージしていた人事評価構造モデルであるならば、合意が得られたことになり、そこで得られた人事評価構造モデルが、最適な人事評価構造モデルとなる。さもなければ、再び、人事評価者の知見を人事評価構造モデルに埋め込むか、あるいは人事評価のための評価項目を再び決定する必要がある。そして、さらに前回のプロセスと同様の手続きを実行し、当初、人事評価者が描いていた人事評価法のイメージに合致した最適な人事評価構造モデルを求めることになる。このプロセスは、複数の人事評価者あるいは人事スペシャリストの各視点をそれぞれの人事評価構造モデルとして具現化する場合に適用され、当初、人事評価者の抱

いていた最適な人事評価構造モデルが構築される。

さらに、前フェーズで同定された最適な人事評価構造モデルにおける人事評価項目についてウェイト付けを行うとともに、さまざまな視点から人事評価を行う。これらの人事評価項目のウェイトと人事評価値を用いて多属性評価法により一つの統合化された人事評価値を求める。

この人事評価プロセスを用いて、具体的なデータによるシミュレーションを行い、本モデルの有効性について検証する。その結果、これまでに求められている人事評価構造モデルが人事評価システムとして妥当であるならば、本システムを実際問題に適用し、必要に応じてフォローアップを行うことになる。さもなければ、再び、構造モデルの構築プロセスに進み、最終的に最適な人事評価構造モデルが得られるまで、繰り返し実行することになる。

以上により、人事評価における課題に対処可能な人事評価構造モデルを構築することができる。

### III. Fuzzy Outranking に基づく人事評価値の順序付け法

人事評価項目の視点から求められた被評価者の人事評価値に対して、Fuzzy Outranking を用いて順序付けを行う方法を示す。

Fuzzy Outranking に基づく人事評価値を順序づけるアルゴリズムは次のとおりである。

#### 順序付けアルゴリズム

##### Step1：人事評価表の作成

人事評価項目  $g_j$  からみた評価者  $a_i$  に対する人事評価表として表1を作成する。このとき、人事評価項目  $g_j$  からみた被評価者  $a_i$  の人事評価値を  $g_j(a_i)$  とする。

表1 人事評価表

	$g_1$	$g_2$	⋯	$g_n$
$a_1$	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	⋯	$g_n(a_1)$
$a_2$	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	⋯	$g_n(a_2)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$a_m$	$g_1(a_m)$	$g_2(a_m)$	⋮	$g_n(a_m)$

Step2: 閾値の設定

$g_j$ に関する無差別  $q_j$ , 一致度  $p_j$ , 不一致度  $v_j$ のそれぞれについて閾値を設定する。これらの値を設定することにより、それぞれの人事評価項目のメンバーシップ関数を定義したことになる。

Step3: 一致指数の計算

表1の人事評価表において、それぞれの  $g_j$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ) に関して,  $a_i$ , ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 間の一対比較法を行い、一致指数  $c_j(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ), ( $\alpha, \beta=1, 2, \dots, m$ ) を求める。

[人事評価項目  $g_j$  からみた  $g_j(a_\alpha)$  と  $g_j(a_\beta)$  の  $c_j(a_\alpha, a_\beta)$  の計算法]

(i)  $a_\alpha$  が  $a_\beta$  より優れているか、劣っているも無差別の範囲にあるとき、すなわち、

$g_j(a_\alpha) + q_j \geq g_j(a_\beta)$  のとき  $c_j(a_\alpha, a_\beta) = 1$   
 (ii)  $a_\alpha$  は  $a_\beta$  にはっきり優れているとも、はっきり劣っているともいえないとき、すなわち、

$g_j(a_\alpha) + q_j < g_j(a_\beta) < g_j(a_\alpha) + p_j$  のとき、  
 $c_j(a_\alpha, a_\beta) = (g_j(a_\alpha) + q_j - g_j(a_\beta)) / (p_j - q_j)$

(iii)  $a_\alpha$  が  $a_\beta$  にはっきり劣っているとき、すなわち、

$g_j(a_\alpha) + p_j \leq g_j(a_\beta)$  のとき  $c_j(a_\alpha, a_\beta) = 0$

Step4: 不一致指数の計算

表1の人事評価表において、それぞれの  $g_j$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ) に関して,  $a_i$ , ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 間の一対比較を行い、不一致指数  $d_j(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ), ( $\alpha, \beta=1, 2, \dots, m$ ) を求める。

[評価項目  $g_j$  の人事評価値  $g_j(a_\alpha)$  と  $g_j(a_\beta)$  の  $d_j(a_\alpha, a_\beta)$  の計算式]

(i)  $a_\alpha$  は  $a_\beta$  にはっきり劣らず、「 $a_\alpha$  は  $a_\beta$  をアウトランクする」を拒否しないとき、すなわち、

$g_j(a_\beta) \leq g_j(a_\alpha) + p_j$  のとき  $d_j(a_\alpha, a_\beta) = 0$

(ii)  $a_\alpha$  は  $a_\beta$  に劣り「 $a_\alpha$  は  $a_\beta$  をアウトランクする」を拒否する可能性があるとき、すなわち、

表2 人事評価項目に関する無差別, 一致度, 不一致度の設定

評価項目	無差別	一致度	不一致度
$g_1$	$q_1$	$p_1$	$v_1$
$g_2$	$q_2$	$p_2$	$v_2$
⋮	⋮	⋮	⋮
$g_n$	$q_n$	$p_n$	$v_n$

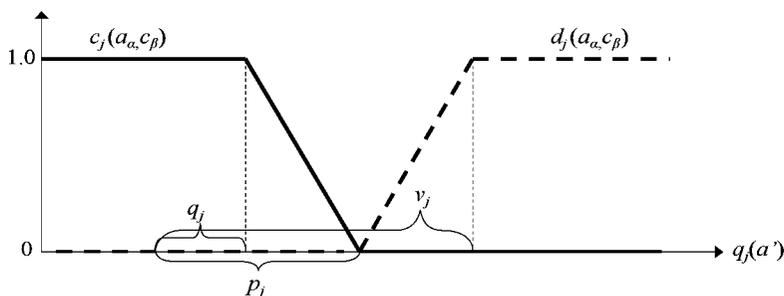


図2 無差別, 一致度, 不一致度とメンバーシップ関数

表3 一致指数のウェイト

人事評価項目	$g_1$	$g_2$	⋯	$g_n$	
ウェイト	$w_1$	$w_2$	⋯	$w_n$	$\sum_{j=1}^n w_j = 1$

なわち、

$$g_j(a_\alpha) + p_j < g_j(a_\beta) < g_j(a_\alpha) + v_j \text{ のとき、}$$

$$d_j(a_\alpha, a_\beta) = (g_j(a_\beta) - p_j - g_j(a_\alpha)) / (v_j - p_j)$$

(iii)  $a_\alpha$  は  $a_\beta$  にはつきり劣り「 $a_\alpha$  は  $a_\beta$  をアウトランクする」を拒否するとき、すなわち、

$$g_j(a_\beta) \geq g_j(a_\alpha) + v_j \text{ のとき } d_j(a_\alpha, a_\beta) = 1$$

**Step5**：人事評価項目のウェイトの計算

意思決定者の過去の知見や人事評価値の配点を考慮して、人事評価項目  $g_j$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ) のウェイト  $w_j$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ) を、比率法を用いて決定する。

**Step6**：統合一致指標の計算

人事評価項目ごとに得られた一致指数

$c_j(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ), ( $\alpha, \beta=1, 2, \dots, m$ ) に表3で示すウェイトを付けて統合した、一致指標  $C(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $\alpha, \beta=1, 2, \dots, m$ ) を次式で求める。

$$C(a_\alpha, a_\beta) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot c_j(a_\alpha, a_\beta)$$

**Step7**：Fuzzy Outranking 関係の計算

一致指数  $C(a_\alpha, a_\beta)$  と不一致指数  $d_j(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ), ( $\alpha, \beta=1, 2, \dots, m$ ) を比較し、統合的な Fuzzy Outranking 関係  $\mu(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $\alpha, \beta=1, 2, \dots, m$ ) を、次の (i), (ii) で求める。

(i) 一致指標  $C(a_\alpha, a_\beta)$  を超える不一致指数

$d_j(a_\alpha, a_\beta)$  が一つも存在しないとき、

すなわち、 $C(a_\alpha, a_\beta) > d_j(a_\alpha, a_\beta)$ , ( $j=1, 2, \dots, n$ ) のとき、 $\mu(a_\alpha, a_\beta) = C(a_\alpha, a_\beta)$

(ii) 一致指標  $C(a_\alpha, a_\beta)$  を超える不一致指数

$d_j(a_\alpha, a_\beta)$  が一つ以上存在するとき、

すなわち、 $C(a_\alpha, a_\beta) \leq d_j(a_\alpha, a_\beta)$ ,  $\forall j=1, 2, \dots, n$  のとき、

$$\mu(a_\alpha, a_\beta) = C(a_\alpha, a_\beta) \times \frac{1 - d_j(a_\alpha, a_\beta)}{1 - C(a_\alpha, a_\beta)}$$

$$\times \frac{1 - d_k(a_\alpha, a_\beta)}{1 - C(a_\alpha, a_\beta)} \times \dots$$

**Step8**：被評価者間の優越関係の決定

Step7から得られた総合的な Fuzzy Outranking 関係により、2つの任意の  $\mu(a_i, a_j)$ ,  $\mu(a_j, a_i)$ , ( $i \neq j$ ) を取り出し、それぞれの総合的な優越関係を(1), (2)で求める。

ここで、 $\mu(a_i, a_j)$  の最大値を  $\delta$  と書き、優越を認めるか認めないかの閾値を  $\lambda$  で表す。

(1)  $|\mu(a_i, a_j) - \mu(a_j, a_i)| \leq \lambda$  の場合は、

$$\mu(a_i, a_j) \geq \lambda' = \delta - \lambda \text{ とする。}$$

すなわち、最大値との差が  $\lambda$  以下の  $\mu(a_i, a_j)$  は、最大値と優越でないものとみなし、最大値として扱う。

(2) もし、次の2つの条件を満たすとき、 $a$  は  $a'$  より優れるという。

i)  $\mu(a, a')$  は最大値とみなせるほど大きく

ii)  $\mu(a', a)$  は  $\mu(a, a')$  より閾値  $\lambda$  を超えて小さいとき

具体的には次のように定義する。まず、 $\mu(a_i, a_j)$  のうちで  $\lambda'$  より小さく、しかもそれに最も近い値をレベル  $L_1$  とする。もしそのような  $\mu(a_i, a_j)$  がないときは  $L_1 = 0$  とする。

そして、

$\mu(a_i, a_j) > L_1$  かつ  $\mu(a_j, a_i) + \lambda < \mu(a_i, a_j)$  であれば、 $a_i$  が  $a_j$  より優り、 $a_j$  は  $a_i$  より劣るということであり、 $a_i > a_j$  で表す。

**Step9**：被評価者の順序付け（降順順序）

Step8から得られた結果により、降順順序を求める。

各  $a_i$  について、 $a_i$  が  $a_j$  より優っている個数、劣っている個数をそれぞれ  $\zeta(a_i)$ ,  $\psi(a_i)$  で表す。両者の差  $\eta(a_i)$  は、最大とす

る  $a_i$  が最も優越した代替案であるといえる。もしそれが一つに決まればこれを最上位に置く。もし二つ以上あるときは、そのグループに限定して、レベルを下げて上の手順を繰り返して  $\eta(a)$  を計算し直し、最上位の代替案を求める。もしレベルが 0 になり、それより下げられないときには、残ったグループ全体を最上位におく。最終的に降順の順序が求まる。

一方、順序の低い方から高い方へ並べる順序付け法については、 $\eta(a)$  の最小のものを最下位として取り除き、以下、降順に順序付けをする場合の手順、すなわち Step8, Step9 と同様の手順で順次、下位から上位へと順序付けを行えば、昇順の順序付けを行うことができる。

#### IV. 人事評価意思決定支援システム (PADSS) の構築

人事評価意思決定支援システム (Personnel Appraisal Decision Support System ; PADSS) は、図 3 に示す数学モデルに基づいた 5 つの支援システム、すなわち、人事評価項目の抽出・整理支援システム、人事評価構造モデリング支援システム、人事評価構造モデリング支援システム、ウエイト評価支援システム、人事評価値統合支援システム、人事評価順序付け支援システム、ウエイト評価

支援システム、人事評価値統合支援システム、人事評価順序付け支援システムと被人事評価者データベースおよび人事評価者が利用するインターフェースから構成される。人事評価者から入力された情報に基づいて人事評価意思決定支援システムが動作し、処理結果を必要に応じて、人事評価結果グラフや人事評価結果報告書へ出力する。さらに、データや結果等を人事評価結果の記録・管理データベースに蓄積する。これらの動作は図 1 に示すアルゴリズムに従い実行される。

人事評価項目の抽出・整理支援システムは、人事評価のための人事評価項目を合理的に抽出・整理することを支援するためのシステムであり、ここでは Nominal Group Techniques (NGT)<sup>13)</sup> を適用する。

人事評価構造モデリング支援システムは、抽出・整理された人事評価項目間の相互関係を示す構造モデルを構築し、さらにその構造モデルを用いて人事評価を実行するための支援システムである。ここでは、構造モデルを構築するために Fuzzy Structural Modeling (FSM) 法<sup>14)</sup> を適用する。

ウエイト評価支援システムは、人事評価を行う際の人事評価項目に対してその重要性を示すウエイトを求めるための支援システムで

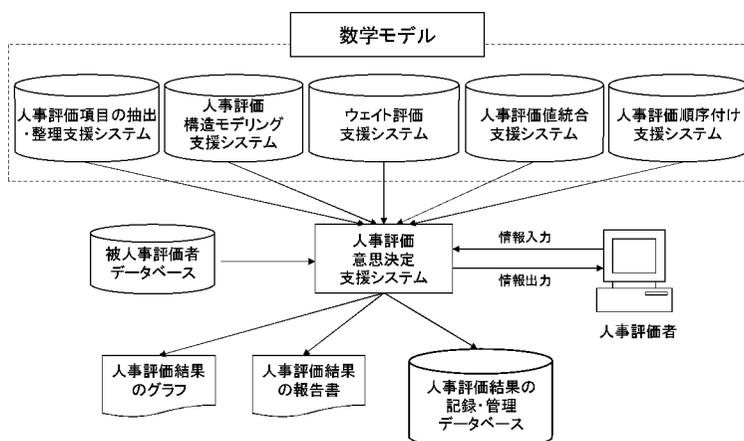


図3 人事評価意思決定支援システム

ある。ここでは、比率法<sup>15)</sup>を用いて人事評価項目のウェイトを求めることにする。

人事評価値統合支援システムは、人事評価項目に対するウェイトと人事評価値に基づいて、各人事評価項目の総合的視点から人事評価値を求めるための支援システムである。ここでは、多属性評価法<sup>16),17)</sup>を用いて総合的な人事評価値を求める。

人事評価順序付け支援システムは、Fuzzy Outranking 法に基づいて、総合的な人事評価値を順序付けするための支援システムである。

これらのシステムを有機的に結合することにより、人事評価者の知見に基づく人事評価を合理的かつ効果的に行うことができる。

## 1. 人事評価項目の抽出・整理支援システム

人事評価項目を抽出・整理するための方法として、NGT 法を用いる。

NGT の目的とその特徴を要約すると次のとおりである。

- ①ある問題に対して、そこに参加する個人が平等に参画できることを保証すること。
- ②参加する個人に創造的な意見を持たせる過程を保証すること。
- ③グループとしての判断に数学的投票技法を用いること。

さらに、NGT は次に示す2つの特徴を持っている。

その一つは、人事評価項目の選定とその内容を十分に検討することのできる過程を保証すること。他の一つは、その人事評価項目を評価する性質を持つことである。換言すれば、人事評価者の問題に対する認識を深め、問題を分析・構成するためのデータが人事評価者の意見として得られ、すでに提供された人事評価項目に対して、さらに異なる代替案を生み出す局面の存在を意味している。また、問題に対する戦略的な要素ないしは代替的な人事評価項目を審査し、選択し、情報を合成し

ていく局面も有する。

NGT による人事評価項目を抽出・整理するためのアルゴリズムは次のとおりである。

## NGT による人事評価項目抽出アルゴリズム

### Step1：準備段階

人事評価項目の抽出・整理のために、次に示す事柄を準備する。

- ①ミーティング室の準備（6人から10人の人事評価者収容、テーブルをU字型に配置）
- ②必要供給物の準備（フリップチャート、人事評価項目抽出・整理のためのワークシート）
- ③ミーティング開催文の紹介
- ④コーディネータによる、人事評価者個人に対するミーティングの目的の説明、ならびに、ミーティングの意義の理解促進

### Step2：人事評価者の沈黙の中での記述による人事評価項目発生

Step1 の準備の下で、コーディネータは対象とする問題に対する人事評価項目抽出のために、人事評価者個人に人事評価項目記入用紙を配布し、沈黙のうちに個別に人事評価項目を記入させる。これによって、人事評価者相互間でのさまざまな妨害の回避、特定項目やある考えに固執した人事評価項目に過度に注目することを回避でき、人事評価項目探索や取り消しのための十分な時間を保証することができる。さらに、競争的状态、地位による圧迫および体制に従うような圧迫から回避することができ、問題に対する集中性を維持する等の利点がある。

### Step3：フリップチャートへの人事評価項目のラウンドロビン式記録

コーディネータは、設置されたフリップチャートに、人事評価者個人が記述した人事評価項目をラウンドロビン式により記録する。これより、人事評価者にとって人事評価項目の表明における平等性を維持することができ、

しかも、問題に人事評価者の意識を集中させることができる。

**Step4:** 人事評価項目に解釈を加え、共通認識をもたせるための順を追った検討

Step3 までの手順を経てフリップチャートに記述された人事評価項目について、人事評価者個人に共通の認識を持たせるため、提供された人事評価項目について順次論議する。これらの手続きにより、各人事評価項目に対する誤解を無くし、より認識を深めるための機会を与える利点がある。

**Step5:** 人事評価項目のランク付けによる人事評価項目重視度の予備投票

提供された人事評価項目に対して、ランクオーダー方式に基づくワークシートにより各人事評価項目に対してランク付けを行い、人事評価項目を抽出・整理する。

このような手順で人事評価項目を抽出・整理することにより、これまでしばしば用いられ、一見合理的と思われる多数決原理における少数派無視という状況を、ある程度回避できる可能性が生まれる。

**Step6:** 予備投票結果に対する不平等な情報、誤情報、誤認知に関する論議

Step5 までの手順で得られた人事評価項目の選定結果について検討することにより投票パターンに矛盾がないか否かを調べ、あまりに多すぎたり、少なすぎたりした票を得た人事評価項目について再検討する。すなわち、前段階において、人事評価者間に人事評価項目に対する不平等な情報、誤情報および誤認知が生じているかを確認する。これにより、人事評価者間に問題となった人事評価項目についてより明確な認識を持たせることができる。

**Step7:** 個別の判断をグループ判断に結びつける最終投票

Step1 から Step6 までの手順を経て、抽出・整理された人事評価項目について、先に述べた人事評価項目整理のための投票方法と

同様の方法により最終投票を行い、人事評価項目を決定する。

以上のようにして人事評価項目を抽出・整理し決定することができる。

## 2. 人事評価構造モデリング

抽出・整理された人事評価項目間の関係を決定づける方法として、Fuzzy Structural Modeling (FSM) 法を用いる。

FSM 法では、対象システムにおける構成要素間の関係を、一対比較法を用いてファジィ 2 項関係で表わし、ファジィ代数を適用することにより多元的な価値の錯綜するシステムの構造モデリングを効果的に行うことが可能である。FSM 法は次の特長をもつ。すなわち、従来の方法では構成要素間の関係を示す一つの行列から一つのシステム構造しか得られないが、FSM 法では構造を決定するパラメータをいろいろと変化させることにより、それらのパラメータに対応したさまざまな人事評価構造モデルを同定することができる。このことは、複数の人事評価者の合意構造モデルを求める上で非常に合理的、効率的な方法といえる。

## 3. ウェイト評価支援システム

人事評価項目のウェイト（重視度）を求める方法として、比率法を適用する。比率法は、比率と推移率の性質に基づいて人事評価値を決定する方法であり、次のとおり示される。

$F$  を人事評価要素の側面から見た被評価者間の優劣を表す数値であり、一対比較によって決定される行列とする。

$F$  において、対角要素を 0 とし、対角要素以外の要素の中で  $f_{i,i+1}$ , ( $i=1, 2, \dots, n-1$ ) の要素についてだけ評価値を与えると次に示す行列  $F$  が得られる。

$$F = \begin{array}{c|cccccc} & f_1 & f_2 & f_3 & \cdots & f_{n-1} & f_n \\ \hline f_1 & 0 & f_{12} & - & \cdots & - & - \\ f_2 & f_{21} & 0 & f_{23} & \cdots & - & - \\ f_3 & 0 & f_{32} & 0 & & & \\ \vdots & & & & & & \\ f_{n-1} & & & & & 0 & f_{n-1,n} \\ f_n & & & & & f_{n,n-1} & 0 \end{array}$$

ここで、 $0 \leq f_{i,i+1} \leq 1$  であり、その対称要素  $f_{i+1,i}$  は、 $f_{i+1,i} = 1 - f_{i,i+1}$  で示されるものとする。ある人事評価項目からみて、 $f_{i+1,i}$  が1に近い値であればあるほど、 $f_i$  は  $f_{i+1}$  より優れていることを示す。

このとき、 $E_i : E_{i+1} = f_{i,i+1} : f_{i+1,i}$  であり、 $f_{i+1,i} = 1 - f_{i,i+1}$  ( $i = 1, 2, \dots, k, \dots, n-1$ ) である。

これらの被評価者間の比を示す値は、次のように示される。

$$\begin{aligned} E_1 &= \prod_{i=1}^n f_{i,i+1} \\ E_2 &= \prod_{i=2}^n f_{i,i+1} - E_1 \\ &\vdots \\ E_k &= \prod_{i=1}^{k-1} (1 - f_{i,i+1}) \prod_{i=k}^{n-1} f_{i,i+1} \\ &\vdots \\ E_n &= \prod_{i=1}^{n-1} (1 - f_{i,i+1}) \end{aligned}$$

ただし、 $k$  は  $1 < k < n$  を満たす整数である。

以上で示した式を、人事評価項目のウェイトおよび人事評価項目の視点から人事評価値を求めるための方法として用いる。なお、一対比較によって与えられる行列は、被評価者を評価する評価者によって、人事評価項目の視点から評価者の知見に基づいて与えられるものである。

#### 4. 人事評価値統合支援システム

複数の被評価者に対して、複数の人事評価項目、すなわち属性が存在する場合の被評価

者の選択法として Multiple Attribute Decision Making (MADM) を適用する。

MADM は、加法性を緩めた単調性を満たす測度を定義し、この測度を適用したシヨケ積分<sup>18)</sup>により対象を評価し、最も選好される被評価者を求めるものである。

被評価者が  $\ell$  人存在し、各被評価者は  $m$  個の人事評価項目から評価されるものとする。各人事評価項目に対する評価値  $u_{ij}$  と人事評価者が設定した重視度  $g_{ij}$  が設定されているとき、単純加重法による各人事評価項目からみた評価値は、(1)式により与えられる。

$$\sum_{j=1}^m u_{ij} g_{ij}, (i=1, 2, \dots, \ell) \quad (1)$$

(1)式が最大となる被評価者が最も選好されるため、最終的に選好される被評価者の評価値  $A^*$  は、(2)式を満たすものとなる。

$$A^* = \{A_k | \max(\sum_{j=1}^m u_{1j} g_{1j}, \sum_{j=1}^m u_{2j} g_{2j}, \dots, \sum_{j=1}^m u_{\ell j} g_{\ell j})\}, \forall k \in \{1, 2, \dots, \ell\} \quad (2)$$

(2)式は、従来の MADM における単純加重法であり、重視度を確率測度と同じ加法性を有する測度として捉え、ルベーク積分に基づいている。

これに対し、人事評価項目の重視度をファジィ測度として捉え、単調性のみを満たす尺度を用いたシヨケ積分を用いることにより、被評価者に対する評価値を算出する。

例えば、 $\ell$  番目の1人の被評価者に対する各人事評価項目の視点から求められた評価値  $u_{\ell j}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) が昇順にソートされているとき、 $h_j = u_{\ell j}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) とおくと、シヨケ積分は(3)式で示され、これより人事評価項目  $x$  からみた  $\ell$  番目の被評価者に対する評価値が求められる。

$$\begin{aligned} \int \mu_n(x) og &= \sum_{i=1}^m [h_i - h_{i-1}] \cdot g(x_i), \\ g(x_m) &= 1, h_0 = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、 $\mu_n(x)$  は、人事評価項目  $x$  からみ

た被評価者の評価値である。

以上に述べた内容をまとめると、複数の人事評価項目の視点からの被評価者に関する評価値を求めるアルゴリズムは、次のとおり示される。

### 評価アルゴリズム

**Step1**：各人事評価項目からみた被評価者に対する評価値  $h_i$ , ( $i=1, 2, \dots, m$ )を昇順にソートする。

**Step2**：Step1での昇順にソートした順序に対応して、 $g(x_i)$ , ( $i=1, 2, \dots, m$ )をソートする。

**Step3**：ファジィ分布関数  $H(x_i)$ , ( $i=1, 2, \dots, m$ )を求める。

$$H(x_1) = g(x_1)$$

$$H(x_j) = g(x_j) + H(x_{j-1}) + \lambda g(x_j) H(x_{j-1})$$

ただし、 $1 < j \leq n$ を満たす整数であり、 $\lambda$ は、 $-1 < \lambda < \infty$ を満たすパラメータである。

**Step4**：被評価者  $A_i$  に対する評価値を次のように求める。

$$\int \mu_h(x) og = \sum_{j=1}^m (h_j - h_{j-1}) \cdot H(x_j)$$

## 5. 人事評価順序付け支援システム

人事評価値の順序付けを行う場合、人事評価者の人事評価項目や評価基準等に主観や経験に基づく不確実性が内在する。本論文では、この不確実性を処理するために、IIIで詳述した Fuzzy Outranking に基づく人事評価値の順序付け法を用いて人事評価順序付け支援システムを構築する。

## V. PADSS による具体的な人事評価シミュレーション

ここでは、IVで提案した人事評価意思決定支援システム (PADSS) を次に示す実際問題に適用し、図1で示した人事評価システム

の流れ図に従い人事評価を行う。さらに、ここで得られた結果について考察し、ここで提案した人事評価意思決定支援システム (PADSS) の有効性を検証する。

具体的には、次に示す被験者の優劣を求め順序付けを行う人事評価問題を取り上げる。

**問題**：ある会社では、4名の被験者(社員)  $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ の人事評価を行い、1名の社員を表彰することになった。人事評価は、能力、態度及び業績の3つの人事評価項目の視点から評価されるものとするとき、 $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ の中から誰を表彰すべきであるかを、PADSSを用いて総合的に評価し、順序づけを行い決定することにする。

なお、ここでは、2つのシミュレーション結果を示す。一つは、人事評価項目、すなわち能力、態度及び業績の視点から被評価者の評価値間の有意差を評価し易い人事評価データに対するシミュレーション (S1) であり、他の一つは、被評価者の評価値間に一種のパレート解が存在するような人事評価データに対するシミュレーション (S2) である。

### (1) 人事評価項目の抽出・整理支援システム

NGT法を用いた人事評価項目の抽出・整理支援システムを用いて人事評価項目の抽出・整理を行った結果、次に示す人事評価項目が抽出・整理された<sup>19),20)</sup>。

[抽出・整理された26の人事評価項目]

能力評価	実践能力, 意思決定力, 推進力, 企画力, 創意工夫力, 決断力, 指導力, 蓄積能力, 専門知識, 職務知識, 統率力, 折衝力
態度評価	協調性, 規律性, 責任性, 積極性, 自律向上性
業績評価	努力度, 達成度, 精神的努力度や物理的努力度, 質的達成度, 量的達成度

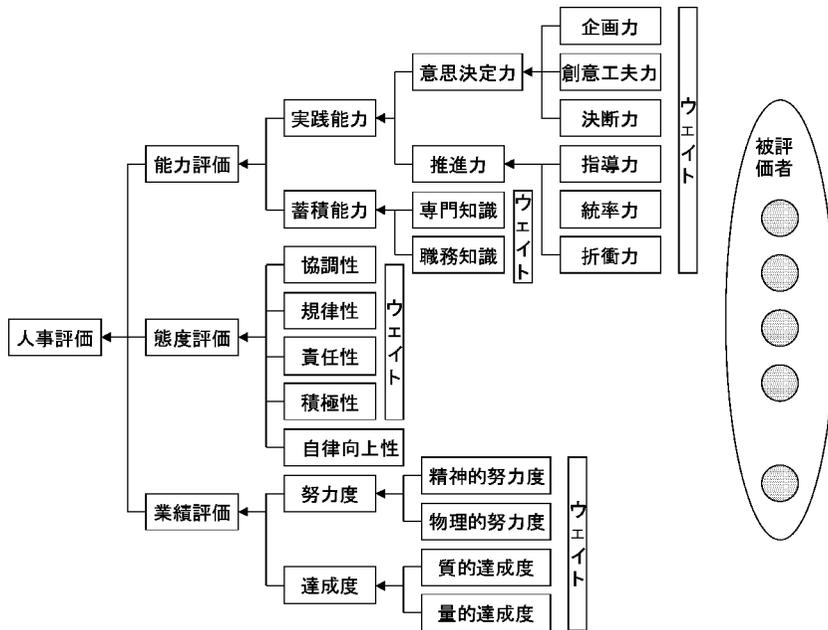


図4 人事評価システム構造モデル

(2) 人事評価構造モデリング支援システム

構造モデリングにより人事評価項目間の関係を明らかにし、人事評価システムのハイアラキー構造を構築する。構造モデリングにより構築された人事評価構造モデルは図4で示される<sup>21)</sup>。

図4によって、人事評価は、能力評価、態度評価、および業績評価の3つの視点から実施されることが分かる。究極的には、推移律の性質を導入することにより、能力評価は最も下位レベルにある企画力、創意工夫力、決断力、指導力、統率力、折衝力、専門知識、職務知識によって求められることが分かる。同様に、態度評価は、協調性、規律性、責任性、積極性、自律向上性によって求められ、さらに業績評価は精神的、物理的努力度ならびに質的、量的達成度によって行われることが分かる。本論文では、便宜上、能力評価、態度評価、および業績評価の3つの視点から人事評価が実施される場合のシミュレーションを行い検証する。

<シミュレーション S1：被評価者のデータ間に優越関係が明らかな場合の実施例>

S1-3) ウェイト評価支援システム

人事評価項目に関するウェイトは、評価者によって与えられたウェイト評価行列（表4-1）に比率法に基づくウェイト評価支援システムを適用し求められ、表5-1で示される。

表4-1 ウェイト評価行列

	評価項目1 (能力)	評価項目2 (態度)	評価項目3 (業績)
評価項目1 (能力)	—	0.4	—
評価項目2 (態度)	0.6	—	0.3
評価項目3 (業績)	—	0.7	—

表5-1 ウェイト

ウェイト	0.167	0.250	0.583
------	-------	-------	-------

S1-(4) 人事評価値統合支援システム

人事評価項目の視点からの被評価者に対する人事評価値は、被評価者の知見に基づき、人事評価値統合支援システムを用いて求められる。表6-1、表7-1および表8-1はその結果を示す。

表6-1、表7-1と表8-1のそれぞれに対して比率法を用いて人事評価値とその順序を求めた結果は表9-1で示される。

表9-1の結果から、単純合計で最良の被評価者は $a_1$ であり、順序だけを考慮した場合でも、 $a_1$ が最良であることが分かる。一方、人事評価項目にウェイト付けを行い、単純加重法で求めた結果は、表10-1で示される。

表10-1から、人事評価値にウェイト付けを行った場合でも表9-1で示された順序と同様の結果を示していることが分かる。

以上のように、このような被評価者のデータ間に優越関係が明らかなる場合においても、Fuzzy Outrankingを用いて、妥当な結果を導き出すことが可能であるといえる。

S1-(5) 人事評価順序付け支援システム

表9-1で示された人事評価値に対して、

表6-1 能力の視点からの人事評価行列

能力評価	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.56		
被評価者 $a_2$	0.44	—	0.53	
被評価者 $a_3$		0.47	—	0.58
被評価者 $a_4$			0.42	—

表7-1 態度の視点からの人事評価行列

態度評価	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.57		
被評価者 $a_2$	0.43	—	0.55	
被評価者 $a_3$		0.45	—	0.56
被評価者 $a_4$			0.44	—

表8-1 業績の視点からの人事評価行列

業績評価	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.57		
被評価者 $a_2$	0.43	—	0.6	
被評価者 $a_3$		0.4	—	0.57
被評価者 $a_4$			0.43	—

表9-1 人事評価値と順序

人事評価項目 \ 被評価者	$a_1$		$a_2$		$a_3$		$a_4$	
	評価値	順位	評価値	順位	評価値	順位	評価値	順位
能力	0.335	1	0.263	2	0.233	3	0.169	4
態度	0.350	1	0.264	2	0.216	3	0.170	4
業績	0.379	1	0.286	2	0.191	3	0.144	4
単純合計	1.064	3	0.813	6	0.640	9	0.483	12

表10-1 単純加重法による結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
能力の視点からの人事評価値	0.056	0.044	0.039	0.028
態度の視点からの人事評価値	0.088	0.066	0.054	0.042
業績の視点からの人事評価値	0.221	0.167	0.111	0.084
総合的な人事評価値	0.365	0.277	0.204	0.155

Fuzzy Outranking に基づく人事評価順序付け支援システムを適用し、被評価者  $a_1, a_2, a_3, a_4$  の順序付けを行う。

① 閾値の設定

閾値  $p_i$  と  $q_i$  は、点差が  $p_i$  より大きければ“優れている”， $q_i$  より小さければ“無差別”と判断することになる。閾値  $v_j$  は、重視度が大きければ、小さな差でも拒否が生じやすいように、重視度が小さければ、拒否が生じにくいように定められている。 $w_i$  は各人事評価項目についての重視度であり、表5-1で示されているウェイトの値を用いる。

表 11-1 閾値  $\{p, q, v\}$

	$q$ (無差別)	$p$ (一致度)	$v$ (不一致度)
能力	0.03	0.05	0.10
態度	0.03	0.05	0.10
業績	0.03	0.05	0.10

② 一致指数の導出

被評価者  $a$  と  $a'$  の人事評価項目に関する一致指数  $c(a, a')$  は次のように求められた。

— 能力  $c_1(a, a')$  —

能力に関する  $c_1(a, a')$  は、表 12-1 で示される。

表 12-1 能力の観点からの一致指数  $c_1(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_2$	0.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_3$	0.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.00	1.00

— 態度  $c_2(a, a')$  —

態度に関する  $c_2(a, a')$  は、表 13-1 で示される。

表 13-1 態度の観点からの一致指数  $c_2(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_2$	0.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_3$	0.00	0.10	1.00	1.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.18	1.00

— 業績  $c_3(a, a')$  —

業績に関する  $c_3(a, a')$  は、表 14-1 で示される。

表 14-1 業績の観点からの一致指数  $c_3(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_2$	0.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_3$	0.00	0.00	1.00	1.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.16	1.00

③ 一致指標の導出

前述したすべての一致指数を統合した一致指標  $C(a, a')$  は次のように求められた。

表 15-1 一致指標  $C(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_2$	0.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_3$	0.00	0.19	1.00	1.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.14	1.00

④ 不一致指数の導出

一方、不一致指数  $d(a, a')$  は次のように求められた。

— 能力  $d_1(a, a')$  —

能力に関する  $d_1(a, a')$  は、表 16-1 で示される。

表 16-1 能力の視点からの不一致指数  $d_1(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_2$	0.43	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_3$	1.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_4$	1.00	0.88	0.29	0.00

— 態度  $d_2(a, a')$  —

態度に関する  $d_2(a, a')$  は、表 17-1 で示される。

表 17-1 態度の視点からの不一致指数  $d_2(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_2$	0.72	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_3$	1.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_4$	1.00	0.89	0.00	0.00

— 業績  $d_3(a, a')$  —

業績に関する  $d_3(a, a')$  は、表 18-1 で示される。

表 18-1 業績の視点からの不一致指数  $d_3(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_2$	0.86	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_3$	1.00	0.91	0.00	0.00
被評価者 $a_4$	1.00	1.00	0.00	0.00

⑤ アウトランキング関係の導出

被評価者  $a$  と  $a'$  のアウトランキング関係  $\mu(a, a')$  は表 19-1 に示すとおり求められた。

表 19-1 アウトランキング関係  $\mu(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_2$	0.00	—	1.00	1.00
被評価者 $a_3$	0.00	0.02	—	1.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.11	—

⑥ アウトランキング関係に基づく順序付け  
III で提案した順序付けアルゴリズムに従い、降順ならびに昇順によるアプローチにより 2 つの順序付け結果を導出した。具体的な順序付けプロセスは次のとおりである。

— 降順によるアプローチ —

ここでは、アウトランキング関係に基づいて被評価者の人事評価値間に有意差を認めるか否かを決定づける閾値  $\lambda$  を 0.05 とした。

(1 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 20-1 で示される。

表 20-1 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.11

表 20-1 で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\psi(a)$ 、ならびに、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \psi(a)$  を求め、それらを表 21-1 で示す。

表 21-1 において、被評価者  $a_1$  では  $\eta$  の値が 3 であり、最大値を示している。このことは、被評価者  $a_1$  が最上位に位置づけられることを意味する。そこで、2 回目の試行においては表 21-1 から被評価者  $a_1$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの被評価者  $a_2, a_3, a_4$  に関する順序付けを行う。

(2 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 22-1 で示される。

表 22-1 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.11

表 22-1 で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し，被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ ，劣っている個数  $\phi(a)$ ，ならびに，両者の差  $\eta = \zeta(a) - \phi(a)$  求め，それらを表 23-1 で示す。

表 23-1 において，被評価者  $a_2$  における  $\eta$  の値が 2 であり，最大値を示している。このことは，被評価者  $a_2$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち，第 1 回目の試行結果を考慮した場合，被評価者  $a_2$  は，被評価者  $a_1$  の下に順序付けされることが分かる。そこで，3 回目においては，表 23-1 から被評価者  $a_2$  に関するアウトランキング関係を除き，残りの被評価者  $a_3, a_4$  に関する順序付けを行う。

(3 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 24-1 で示される。

表 24-1 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.11

表 24-1 で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し，被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ ，劣っている個数  $\phi(a)$ ，ならびに，両者の差  $\eta = \zeta(a) - \phi(a)$  求め，それらを表 25-1 で示す。

表 25-1 において，被評価者  $a_3$  における  $\eta$  の値が 1 であり，最大値を示している。

このことは，被評価者  $a_3$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち，1, 2 回目の試行結果を考慮した場合，被評価者  $a_3$  は，被評価者  $a_2$  の下に順序付けされることが分かる。すなわち，3 位に順序付けされる。さらに，被評価者  $a_4$  が最下位に順序付けされることは明らかである。

以上により，最終的に次の順序付け結果が得られた。

$$a_1 > a_2 > a_3 > a_4$$

ここで，記号“ $>$ ”は  $a_i$  が  $a_j$  より優れて

表 21-1 1 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_1$	—	1.00	1.00	1.00	3	0	3
被評価者 $a_2$	0.00	—	1.00	1.00	2	1	1
被評価者 $a_3$	0.00	0.02	—	1.00	1	2	-1
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.11	—	0	3	-3

表 23-1 2 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_2$	—	1.00	1.00	2	0	2
被評価者 $a_3$	0.02	—	1.00	1	1	0
被評価者 $a_4$	0.00	0.11	—	0	2	-2

いることを表す。

これより、人事評価項目、能力、態度及び業績の視点から総合的にみたととき、最も優れている被評価者は  $a_1$  であり、以下  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  であることが分かる。

— 昇順によるアプローチ —

ここでは、アウトランキング関係に基づいて被評価者の人事評価値間に有意差を認めるか否かを決定づける閾値  $\lambda$  を、降順における場合と同様に 0.05 とした。

(1 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 26-1 で示される。

表 26-1 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.11

表 26-1 で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\psi(a)$ 、ならば、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \psi(a)$  求め、それらを表 27-1 で示す。

表 27-1 において、被評価者  $a_4$  における

$\eta$  の値が  $-3$  であり、最小値を示している。

このことは、被評価者  $a_4$  が最上位に位置づけられることを意味する。そこで、2 回目の試行においては表 27-1 から被評価者  $a_4$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの被評価者  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  に関する順序付けを行う。

(2 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 28-1 で示される。

表 28-1 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.02

表 28-1 で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\psi(a)$ 、ならば、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \psi(a)$  求め、それらを表 29-1 で示す。

表 29-1 において、被評価者  $a_3$  における  $\eta$  の値が  $-2$  であり、最小値を示している。このことは、被評価者  $a_3$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち、1 回目の試行での結果を考慮した場合、被評価者  $a_3$  は、被評価者  $a_4$  の下に順序付けされるこ

表 25-1 3 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\psi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \psi(a)$
被評価者 $a_3$	—	1.00	1	0	1
被評価者 $a_4$	0.11	—	0	1	-1

表 27-1 1 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\psi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \psi(a)$
被評価者 $a_1$	—	1.00	1.00	1.00	3	0	3
被評価者 $a_2$	0.00	—	1.00	1.00	2	1	1
被評価者 $a_3$	0.00	0.02	—	1.00	1	2	-1
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.11	—	0	3	-3

とが分かる。そこで、3回目においては、表29-1から被評価者  $a_3$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの被評価者  $a_1, a_2$  に関する順序付けを行う。

（3回目の試行） アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表30-1で示される。

表30-1 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.00

表30-1で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\phi(a)$ 、ならば、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \phi(a)$  求め、それらを表31-1で示す。

表31-1において、被評価者  $a_2$  における  $\eta$  の値が  $-1$  であり、最小値を示している。このことは、被評価者  $a_2$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち、1、2回目の試行結果を考慮した場合、被評価者  $a_2$  は、被評価者  $a_3$  の下に順序付けされることが分かる。さらに、被評価者  $a_1$  が最下位に順序付けされることは明らかである。

以上により、次の順序付けの結果が得られた。

$$a_4 < a_3 < a_2 < a_1$$

ここで、記号“ $<$ ”は、 $a_1$  が  $a_j$  より劣ることを示している。

したがって、昇順による結果は、能力、態度及び業績の各視点からみた、最も劣っている被評価者は  $a_4$  であり、以下  $a_3, a_2, a_1$  の順で劣っていることが分かる。

またこの結果は、降順による結果と同様の結果を示しているとともに、単純合計やウェイト付けを行った場合による結果と同様の結果を示していることが分かる。

以上にあるように、人事評価項目、すなわち能力、態度及び業績の視点から被験者の評価値間の有意差を評価しやすい人事評価データに対するシミュレーションでは、意思決定者の被評価者に対する順序付けの判断基準が明確であると推測されることから、不確実性が内在するとしてもその意思決定への影響はほとんど見受けられない。

〈シミュレーション S2：被評価者のデータ間に優越関係が明らかでない場合の実施例〉

S2-(3) ウェイト評価支援システム

人事評価項目に関するウェイトは、評価者によって与えられたウェイト評価行列（表4-2）に比率法に基づくウェイト評価支援システムを適用し求められ、表5-2で示される。

表29-1 2回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_1$	—	1.00	1.00	2	0	2
被評価者 $a_2$	0.00	—	1.00	1	1	0
被評価者 $a_3$	0.00	0.02	—	0	2	-2

表31-1 3回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_1$	—	1.00	1	0	1
被評価者 $a_2$	0.00	—	0	1	-1

表 4-2 ウェイト評価行列

	評価項目 1 (能力)	評価項目 2 (態度)	評価項目 3 (業績)
評価項目 1 (能力)	—	0.4	—
評価項目 2 (態度)	0.6	—	0.3
評価項目 3 (業績)	—	0.7	—

表 5-2 ウェイト

ウェイト	0.167	0.250	0.583

#### S2-(4) 人事評価値統合支援システム

人事評価項目の視点からの被評価者に対する人事評価値は、人事評価値統合支援システムを用いて決定される。

表 6-2 能力の視点からの人事評価行列

能力評価	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.57		
被評価者 $a_2$	0.43	—	0.46	
被評価者 $a_3$		0.54	—	0.5
被評価者 $a_4$			0.5	—

表 7-2 態度の視点からの人事評価行列

態度評価	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.56		
被評価者 $a_2$	0.44	—	0.4	
被評価者 $a_3$		0.6	—	0.46
被評価者 $a_4$			0.54	—

表 8-2 業績の視点からの人事評価行列

業績評価	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.33		
被評価者 $a_2$	0.67	—	0.73	
被評価者 $a_3$		0.27	—	0.38
被評価者 $a_4$			0.62	—

表 6-2, 表 7-2 と表 8-2 に対して, 比率法を用いて人事評価値とその順序を求めた結果は, 表 9-2 で示される。

表 9-2 は, 単純合計による最も選好される被評価者は  $a_2$  であり, 順序だけを考慮した場合には,  $a_4$  が最も選好されることを示している。

#### S2-(5) 人事評価順序付け支援システム

表 9-2 で示された人事評価値に対して, Fuzzy Outranking に基づく人事評価順序付け支援システムを適用し, 被評価者  $a_1, a_2, a_3, a_4$  の順序付けを行う。

##### ① 閾値の設定

閾値  $p_1$  と  $q_1$  は, 点差が  $p_1$  より大きければ“優れている”,  $q_1$  より小さければ“無差別”と判断することになる。閾値  $v_1$  は, 重視度が大きければ, 小さな差でも拒否が生じやすいように, 重視度が小さければ, 拒否が生じにくいように定められている。 $w_i$  は各人事評価項目のウェイト(重視度)であり, 表 5-2 で示される。

表 9-2 人事評価値と順序

人事評価項目 \ 被評価者	$a_1$		$a_2$		$a_3$		$a_4$	
	評価値	順位	評価値	順位	評価値	順位	評価値	順位
能力	0.284	1	0.214	4	0.251	2	0.251	2
態度	0.230	3	0.181	4	0.271	2	0.318	1
業績	0.193	3	0.430	1	0.143	4	0.234	2
単純合計	0.707	7	0.825	9	0.666	8	0.803	5

表 10-2 閾値  $\{p, q, v\}$

	$q$ (無差別)	$p$ (一致度)	$v$ (不一致度)
能力	0.03	0.05	0.10
態度	0.03	0.05	0.10
業績	0.03	0.05	0.10

② 一致指数の導出

被評価者  $a$  と  $a'$  の人事評価項目に関する一致指数  $c(a, a')$  は次のように求められた。

— 能力  $c_1(a, a')$  —

能力に関する  $c_1(a, a')$  は、表 11-2 で示される。

表 11-2 能力の視点からの一致指数  $c_1(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_2$	0.00	1.00	0.64	0.64
被評価者 $a_3$	0.88	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_4$	0.88	1.00	1.00	1.00

— 態度  $c_2(a, a')$  —

態度に関する  $c_2(a, a')$  は、表 12-2 で示される。

表 12-2 態度の視点からの一致指数  $c_2(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	1.00	0.45	0.00
被評価者 $a_2$	0.04	1.00	0.00	0.00
被評価者 $a_3$	1.00	1.00	1.00	0.14
被評価者 $a_4$	1.00	1.00	1.00	1.00

— 業績  $c_3(a, a')$  —

業績に関する  $c_3(a, a')$  は、表 13-2 で示される。

表 13-2 業績の視点からの一致指数  $c_3(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	0.00	1.00	0.47
被評価者 $a_2$	1.00	1.00	1.00	1.00
被評価者 $a_3$	0.01	0.00	1.00	0.00
被評価者 $a_4$	1.00	0.00	1.00	1.00

③ 一致指標の導出

前述したすべての一致指数を統合した一致指標  $C(a, a')$  は次のように求められた。

表 14-2 一致指標  $C(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	1.00	0.42	0.86	0.44
被評価者 $a_2$	0.59	1.00	0.69	0.69
被評価者 $a_3$	0.40	0.42	1.00	0.20
被評価者 $a_4$	0.98	0.4	1.00	1.00

④ 不一致指数の導出

一方、不一致指数  $d(a, a')$  は次のように求められた。

— 能力  $d_1(a, a')$  —

能力に関する  $d_1(a, a')$  は、表 15-2 で示される。

表 15-2 能力の視点からの不一致指数  $d_1(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_2$	0.39	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_3$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.00	0.00

— 態度  $d_2(a, a')$  —

態度に関する  $d_2(a, a')$  は、表 16-2 で示される。

表 16-2 態度の視点からの不一致指数  $d_2(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	0.00	0.00	0.00	0.76
被評価者 $a_2$	0.00	0.00	0.81	1.00
被評価者 $a_3$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_4$	0.00	0.00	0.00	0.00

— 業績  $d_3(a, a')$  —

業績に関する  $d_3(a, a')$  は、表 17-2 で示される。

表 17-2 業績の視点からの不一致指数  $d_3(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	0.00	1.00	0.00	0.00
被評価者 $a_2$	0.00	0.00	0.00	0.00
被評価者 $a_3$	0.00	1.00	0.00	0.81
被評価者 $a_4$	0.00	1.00	0.00	0.00

⑤ アウトランキング関係の導出

被評価者  $a$  と  $a'$  のアウトランキング関係  $\mu(a, a')$  は表 18-2 に示すとおり求められた。

表 18-2 アウトランキング関係  $\mu(a, a')$

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
被評価者 $a_1$	—	0.00	0.86	0.18
被評価者 $a_2$	0.59	—	0.43	0.00
被評価者 $a_3$	0.25	0.00	—	0.05
被評価者 $a_4$	0.83	0.00	1.00	—

⑥ アウトランキング関係に基づく順序付け

Ⅲで提案した順序付けアルゴリズムに従い、降順ならびに昇順によるアプローチにより 2 つの順序付け結果を導出した。具体的な順序

付けプロセスは次のとおりである。

— 降順によるアプローチ —

ここでは、アウトランキング関係に基づいて被評価者の人事評価値間に有意差を認めるか否かを決定づける閾値  $\lambda$  を 0.05 とした。

(1 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 19-2 で示される。

表 19-2 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.86

表 19-2 で示されたパラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\phi(a)$ 、ならびに、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \phi(a)$  求め、それらを表 20-2 で示す。

表 20-2 において、被評価者  $a_4$  における  $\eta$  の値が 1 であり、最大値を示している。このことは、被評価者  $a_4$  が最上位に位置づけられることを意味する。そこで、2 回目においては表 20-2 から被評価者  $a_4$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの被評価者  $a_1, a_2, a_3$  の順序付けを行う。

(2 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要な入力パラメータは表 21-2 で示される。

表 20-2 1 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_1$	—	0.00	0.86	0.18	0	0	0
被評価者 $a_2$	0.59	—	0.43	0.00	0	0	0
被評価者 $a_3$	0.25	0.00	—	0.05	0	1	-1
被評価者 $a_4$	0.83	0.00	1.00	—	1	0	1

表 21-2 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	0.86
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.81
$L_1$	0.59

表 21-2 で示された入力パラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\phi(a)$ 、ならびに、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \phi(a)$  求め、それらを表 22-2 で示す。

表 22-2 において、被評価者  $a_1$  における  $\eta$  の値が 1 であり、最大値を示している。このことは、被評価者  $a_1$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち、第 1 回目の試行結果を考慮した場合、被評価者  $a_1$  は、被評価者  $a_4$  の下に順序付けされることが分かる。そこで、3 回目の試行においては、表 22-2 から被評価者  $a_1$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの被評価者  $a_2, a_3$  に関する順序付けを行う。

(3 回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表 23-2 で示される。

表 23-2 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	0.43
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.38
$L_1$	0.00

表 23-2 で示された入力パラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\phi(a)$ 、ならびに両者の差  $\eta = \zeta(a) - \phi(a)$  求め、それらを表 24-2 で示す。

表 24-2 において、被評価者  $a_2$  における  $\eta$  の値が 1 であり、最大値を示している。このことは、被評価者  $a_2$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち、1, 2 回目の試行結果を考慮した場合、被評価者  $a_2$  は、被評価者  $a_1$  の下に順序付けされることが分かる。すなわち、3 番目に順序付けされる。さらに、被評価者  $a_3$  が最下位に順序付けされることは明らかである。

以上により、次の順序付けの結果が得られた。

$$a_4 > a_1 > a_2 > a_3$$

これより、人事評価項目、能力、態度及び業績の視点から総合的にみたととき、最も優れている被評価者は  $a_4$  であり、以下  $a_1, a_2, a_3$  の順に選好されることが分かる。

表 22-2 2 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_1$	—	0.00	0.86	1	0	1
被評価者 $a_2$	0.59	—	0.43	0	0	0
被評価者 $a_3$	0.25	0.00	—	0	1	-1

表 24-2 3 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	$\zeta(a)$	$\phi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \phi(a)$
被評価者 $a_2$	—	0.43	1	0	1
被評価者 $a_3$	0.00	—	0	1	-1

—昇順によるアプローチ—

ここでは、アウトランキング関係に基づいて被評価者の人事評価値間に有意差を認めるか否かを決定づける閾値として、 $\lambda$ を0.05と設定した。

(1回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表25-2で示される。

表25-2 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	1.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.95
$L_1$	0.86

表25-2で示された入力パラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\psi(a)$ 、ならびに、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \psi(a)$  求め、それらを表26-2で示す。

表26-2において、被評価者  $a_3$  における  $\eta$  の値が  $-1$  であり、最小値を示している。このことは、被評価者  $a_3$  が最上位に位置づけられることを意味する。そこで、2回目の試行においては、表26-2から被評価者  $a_3$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの  $a_1, a_2, a_4$  の順序付けを行う。

(2回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表27-2で示される。

表27-2 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	0.83
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	0.78
$L_1$	0.59

表27-2で示された入力パラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\psi(a)$ 、ならびに、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \psi(a)$  求め、それらを表28-2で示す。

表28-2において、被評価者  $a_1$  における  $\eta$  の値が  $-1$  であり、最小値を示している。このことは、被評価者  $a_1$  が最上位に位置づけられることを意味する。すなわち、1回目の試行結果を考慮した場合、被評価者  $a_1$  は、被評価者  $a_3$  の下に順序付けされることが分かる。そこで、3回目の試行においては、表28-2から被評価者  $a_1$  に関するアウトランキング関係を除き、残りの被評価者  $a_2, a_4$  の順序付けを行う。

(3回目の試行) アルゴリズムに入力する必要なパラメータは表29-2で示される。

表26-2 1回目の試行での順序付けをもたらず出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\psi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \psi(a)$
被評価者 $a_1$	—	0.00	0.86	0.18	0	0	0
被評価者 $a_2$	0.59	—	0.43	0.00	0	0	0
被評価者 $a_3$	0.25	0.00	—	0.05	0	1	-1
被評価者 $a_4$	0.83	0.00	1.00	—	1	0	1

表28-2 2回目の試行での順序付けをもたらず出力結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\psi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \psi(a)$
被評価者 $a_1$	—	0.00	0.18	0	1	-1
被評価者 $a_2$	0.59	—	0.00	0	0	0
被評価者 $a_4$	0.83	0.00	—	1	0	1

表 29-2 入力パラメータ

$\lambda$	0.05
最大値 $\delta$	0.00
$\lambda' = \text{最大値} - \lambda$	-
$L_1$	-

表 29-2 で示された入力パラメータをアルゴリズムに適用し、被評価者  $a$  が  $a'$  に優っている個数  $\zeta(a)$ 、劣っている個数  $\psi(a)$ 、ならびに、両者の差  $\eta = \zeta(a) - \psi(a)$  求め、それらを表 30-2 で示す。

表 30-2 において、被評価者  $a_2$  と被評価者  $a_4$  のアウトランキング関係の値が、同様の値 0.00 を示している。よって、両者には有意差が無く、同じ順序であるといえる。さらに、1, 2 回目の試行結果を考慮した場合、被評価者  $a_2$  と  $a_4$  は、被評価者  $a_1$  の下位に順序付けされることが分かる。すなわち、3 位に順序付けされる。さらに、被評価者  $a_3$  が最上位に順序付けされることは明らかである。

以上により、次の順序付けの結果が得られた。

$$a_3 < a_1 < a_2 \approx a_4$$

ここで、記号“ $\approx$ ”は、 $a_4$  は  $a_2$  とほとんど同程度に選好され、無差別であることを示している。

したがって、昇順による結果は、能力、態度及び業績の各視点からみた、最も劣ってい

る被評価者は  $a_3$  であり、以下  $a_1, \{a_2, a_4\}$  の順で劣っていることが分かる。

一方、多属性評価法として単純加重法を適用した場合の結果は、表 31-2 で示される。

表 31-2 から推察されるように、人事評価値にウェイトを付けた単純加重法による結果は、

$$a_3 < a_1 < a_4 < a_2$$

となっており、昇順の結果は、ほとんど多属性評価法の結果と同様の結果を示しているといえる。

降順と昇順による結果は、最も選好される最上位に位置する被評価者および最も選好されない最下位に位置する被評価者が、いずれの場合においても  $a_4$  と  $a_3$  を示している。また、 $a_1$  と  $a_2$  については、若干異なる結果となったが、これについては、不確実性の内在する意思決定者の知見を表すメンバーシップ関数の設定の仕方、ならびに被評価者の評価値間に一種のパレート解が存在するような人事評価データの性質上、生じたものと推察される。

本ケースでは、以上の結果となったが、降順および昇順で得られたいずれの解を採用しても差し支えなく、多属性評価法の結果と降順、昇順による結果を併せみるとき、被評価者  $a_4$  を表彰対象として推薦することが妥当であるといえる。なお、本論文では、3 つの

表 30-2 3 回目の試行での順序付けをもたらす出力結果

	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_4$	$\zeta(a)$	$\psi(a)$	$\eta = \zeta(a) - \psi(a)$
被評価者 $a_2$	-	0.00	-	-	-
被評価者 $a_4$	0.00	-	-	-	-

表 31-2 単純加重法による結果

	被評価者 $a_1$	被評価者 $a_2$	被評価者 $a_3$	被評価者 $a_4$
能力の視点からの人事評価値	0.047	0.036	0.042	0.042
態度の視点からの人事評価値	0.058	0.045	0.068	0.080
業績の視点からの人事評価値	0.113	0.251	0.084	0.136
総合的な人事評価値	0.217	0.332	0.193	0.258

視点, すなわち能力, 態度, 及び業績の視点から実施される場合の人事評価についてシミュレーションを行ったが, 提案したアルゴリズムを例証する上では, より多数の人事評価項目でシミュレーションを行ったとしても十分満足する結果が得られるということはいうまでもない。

上記結果から, ここで提案した人事評価意思決定支援システムが, 被評価者にとって公平で妥当な結果をもたらしたものと見える。一方, 意思決定者にとっても納得できる結果を導き出すことができたといえる。

## VI. おわりに

本論文では, 複数の代替案を様々な視点から評価し, それらの評価結果を代替案ごとに一つの総合評価値に統合し, 統合した評価値に基づいて複数の代替案を順序付けるための方法を, Fuzzy Outranking に基づく意思決定支援システムとして構築した。さらに, それを人事評価意思決定支援システム (Personnel Appraisal Decision Support System; PADSS) として具現化し, 具体的な問題にそれを応用することによりその有効性を検証した。

PADSS は, 意思決定者の知識や経験をくみ入れた数学モデルに基づく 5 つの支援システム, すなわち, 人事評価項目の抽出・整理支援システム, 人事評価構造モデリング支援システム, ウェイト評価支援システム, 人事評価値統合支援システム, 人事評価順序付け支援システムと被人事評価者データベースおよび人事評価者が利用するインターフェースが有機的に結合された総合的なシステムである。

PADSS は次に示す特長を持つことが確認された。

①問題解決の初動段階において, 構造モデルを柔軟に構築することにより問題の本質を

明らかにすることができ, 問題解決のための支援システムとして大きく寄与する。

②構造モデルを構築する際に, 意思決定者の意図を踏まえた評価項目を理解し, 合理的に選択・決定できる。このことは, その後の公平で妥当な代替案の評価結果に結びつけることができる。

③複数の代替案に対する評価プロセスにおいて, 評価システムに対する理解力を増かし評価能力を高めることができる。

④意思決定者の知識や主観・経験および know-how を数学モデルに取り込むことにより, それらを代替案の評価に直接的に反映させ, さらにその順序付けを合理的に行うことができ, 現実に即した意思決定が可能である。

以上のように, PADSS は意思決定における不確実性を合理的に処理することが可能な, 柔軟性のある意思決定支援システムであり, 従来の日本型経営を基礎とする評価法を踏まえた, 柔軟性のあるハイブリッド型の人事評価意思決定支援システムともいえる。

本論文では, PADSS の有効性を仮想的データによって検証したが, 実際の企業データを用いて検証することが今後の課題として残されている。

## 注

- 1) Simon, H. A. (1965), *The New Science of Management Decision*, New York: Harper and Row, pp.45-46, [first published in 1960].
- 2) Anthony, R. (1965), *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*, (Boston: Graduate School of Business Administration, Harvard University, p.16.
- 3) Gorry, A. G., and M. S. Morton (1971), A Framework for Management Information System, *Sloan Management Review*, Fall, pp.55-70.
- 4) Sprague, R. and E. Carlson (1982), *Building Effective Decision Support Systems*, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ. p.313. : 倉谷,

- 土岐共訳, (1986) 『意思決定支援システム DSS — 実効的な構築と運営 —』 東洋経済新報社。
- 5) Inoue, H., K. Oshima, S. Takahashi, J. Shi, M. Amagasa (2009), People's Life Indicators By Fuzzy Outranking, *Information Technology & Decision Making*, Vol. 7, No. 3, pp.471-490.
- 6) Zadeh, L. A. (1963), Fuzzy Sets, *Information and Control*, Vol. 8, pp.338-353.
- 7) Amagasa, M. (1996), A New Formulation of Questionnaire and Revised Delphi Method, *Proceedings of International Federation of Operational Research Societies (IFORS1996)*
- 8) Noro, I., M. Amagasa, M. Hanaoka (1996), M., Future Models of Japanese Management: A forecast based on the New Delphi Method, *Proceedings of International Federation of Operational Research Societies (IFORS1996)*
- 9) 花岡正夫 (1987) 「我が国評価制度と年功序列制度についての一考察」, 『大東文化大学経済論集』第44号
- 10) Noro, I., *op. cit.*
- 11) *Ibid.*
- 12) Amagasa, M. (2010), Performance Measurement System for Value Improvement of Services, *Bulletin of The Australian Society for Operations Research Inc.*, Vol. 29, No. 1, pp.35-52.
- 13) Delbecq Andre L., Andrew H. Vande Ven and David H. Gustafson, (1975), *Group Techniques for Program Planning- a guide to nominal group and Delphi processes*, Scot, Foresman and Company
- 14) Tazaki, E. and M. Amagasa (1979), Structural Modeling in a Class of Systems Using Fuzzy Sets Theory, *International Journal of Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 2, No. 1, pp.87-103.
- 15) Amagasa, M., *op. cit.*, pp.35-52.
- 16) Zeleny, M. (ed.) (1975), *Multiple Criteria Decision Making*, Springer-Verlag, New York pp.45-75.
- 17) Vlacic Ljubo, Wierzbiski A. and B. Matic (1986), Aggregation Procedures for Hierarchically Grouped Decision Attributes with Application to Control System Performance Evaluation, *Proc. of International Conference on Vector Optimization, Darmstadt, FRG 4-7 August*, pp.285-310.
- 18) Murofushi T. and M. Sugeno (1986), An Introduction of Fuzzy Measure and Choquet's Integral as an Integral with respect to Fuzzy Measure, *Int. J. Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 20, No. 3, pp.259-289.
- 19) Noro, I., *op. cit.*
- 20) Amagasa M. and M. Hanaoka (1989), Designing Performance Appraisal System by Fuzzy Set Theory, *Proceedings of Xth International Conference on Production Research*.
- 21) *Ibid.*

## 参考文献

- [1] Alter, S. (2002). *Information Systems*, Prentice Hall.
- [2] Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems*, Gordon and Breach Science Publishing, N. Y.
- [3] 花岡正夫 (2001) 『人的資源管理論』白桃書房.
- [4] Hoffer, J. A., J. F. George, J. S. Valacich (2002). *Modern Systems Analysis & Design*, Prentice Hall.
- [5] 石川 昭・三重野博司 (1991) 『ファジィ経営入門』中央経済社.
- [6] Kroenke, D. and R. Hatch (1993). *Business Information Systems*, Mitchell McGROW-HILL.
- [7] Laudon K. C. and J. P. Laudon (1991). *Business Information Systems: A Problem-Solving Approach*, The Dryden Press.
- [8] 宮川公男 (2005) 『意思決定論 — 基礎とアプローチ』中央経済社.
- [9] 水本雅晴 (1988) 『ファジィ理論とその応用』サイエンス社.
- [10] 中島信之・竹田英二・石井博昭 (1994) 『社会科学の数理 — ファジィ理論入門』裳華房.
- [11] 日本ファジィ学会 (1993) 『講座ファジィ 別巻1 — ファジィの科学と思想』日刊工業新聞社.
- [12] 西田俊夫・竹田英二 (1994) 『数学ライブラリーファジィ集合とその応用』森北出版株式会社.
- [13] 武谷三男 (1968) 『弁証法の諸問題』勁草書房.
- [14] 寺野寿郎・浅居喜代治・菅野道夫 (1990) 『応用ファジィシステム入門』オーム社.