

経営戦略における評価モデルへのファジィ積分の応用についての一考察

清 家 彰 敏

◆キーワード

経営戦略 (business strategy) 不確実性 (uncertainty) 評価モデル (evaluation models) あいまいさ (ambiguity) ファジィ概念 (fuzzy concept) ファジィ集合 (fuzzy sets) ファジィ測度 (fuzzy measures) ファジィ積分 (fuzzy integrals)

1. 経営戦略とファジィ理論

経営戦略において、不確実性の拡大による意思決定の困難が指摘されて久しい。そのため、企業行動において、意思決定を回避する行動が組織的に繰り返されることが多くなってきている。あまりに多くの意思決定の要請の場に直面し、その意思決定に係わる状況のかなりな部分が、まったくその経営者にとって未知な事項であると考えられる場合、経営者はしばしばその能力以下に、なにもできなくなることがある。

そのような意思決定の困難を覚える経営者が企業の最高意思決定層に増加してくると、企業は組織的に意思決定を避けるシステムを自然発生的な形で準備するようになる。本稿はこのような意思決定が個人レベル、組織レベルで困難な状況におかれている現状を分析し、その分析の観点としてのファジィを取り扱おうという研究プロジェクト¹⁾の一環である。

ファジィ理論が L.A. Zadeh²⁾ によって提唱されて以来、その応用領域は人間活動のすべてにわたると考えられている³⁾ Zadeh は Fuzzy Set (ファジィ集合論) により、あいまいさを処理しようとし、情報を 2 値化するのではなく、連続量として捉え 0 から 1 の間のメンバーシップ関数で表現しようとした⁴⁾ このような Zadeh の理論に対して、広義の「ファジィ概念」を規定し、その経営戦略における適用を試みてきた。

適用にあたっては、図 1 のように、ファジィ概念を認識の道具と考えて、システム分析の際にファジィという概念を用い従来のシステムを根本から見直すというプロセスから始める必要がある。経営戦略論を企業とその環境が存在するシステムの認識、構築の道具と考えれば、認識する枠組みが変われ

- ① ファジィの概念で経営戦略の場を分析する。
↓
- ② 新しい経営戦略の場の概念を規定。
↓
- ③ 経営戦略をファジィ概念にもとづき策定する。
↓
- ④ 経営戦略をモデル化する。
↓
- ⑤ モデル内で使用される情報をファジィ化する。
↓
- ⑥ ファジィ理論の手法を適用する。

図1 ファジィ概念のアプローチ

ば、同じシステムも、まったく異なった構成原理で理解できることになり、新たな視点で再構築できることになる。

フォード生産システムがフォード自動車をめぐる経営戦略システムを、まったく従来と異なった「ベルトコンベアシステム」の概念で再検討し、新しい経営戦略システムを構築させることにつながったことはよく知られている⁵⁾。日本的経営戦略システムという場を想定するならば、このシステムの理解にファジィ概念を設定することが有効であることは幾度となく分析してきたところである⁶⁾。このようなファジィ概念によるシステム自体の見直し、

再構築があって後に、経営戦略システムにファジィ理論の適用が有効となると考えられる。

本稿では、特にこれら一連の研究のうちから、経営者の意思決定回避に大きな係わりを持つと考えられる「経営戦略における意思決定」の際、各側面よりの評価を統合する総合評価作業を問題とし、そこでの評価モデルへのファジィ積分の応用をとりあげる。このテーマは図1のプロセスの6番目のファジィ理論の適用作業に対応する。以下、この図1のプロセスに沿った経営戦略へのファジィの応用について考察し、それを背景として、経営戦略における総合評価作業へのファジィ積分の応用について分析する。

経営戦略における意思決定の際に、多面的評価を統合する総合評価には、線形評価モデルが一般的によく使われる。しかし、このモデルは測度の加法性を前提とし、属性の独立性を要求する。具体的には属性の評価値に重み付けをし、その総和をとるといった方式であるため、属性の独立性がなければ、重み付けも総和をとることも意味がなくなってしまう。

経営戦略といった極めて経験と勘に大きく意思決定作業をゆだねる場においては、属性の独立性を評価において確保することは容易な作業ではない。戦略事業単位の評価において“企業イメージ”と“商品系列の価格構成”といった2属性が独立であることをモデルにおいて仮定することは困難である。

ファジィ積分はファジィ測度という加法的ではない測度を用いるため属性の独立性を仮定する必要がない。したがって、主観的評価に大きく依存する場合が多いと考えられる経営戦略の総合評価作業に適用した場合有効であると思われる。

日本的経営戦略という概念を日本的経営の概念をもとに構築するならば、従来の経営戦略論で提示されてきた概念とは大きく異なっていると考えられる。したがって、図1のプロセスに従って、線形評価モデル、ファジィ積分の適用のパターンは、日本的経営戦略と従来の経営戦略論で異なることが予想される。本稿では、ファジィ積分の応用に際し、この点を特に考察する。

2. 経営組織におけるあいまいさとファジィ

企業におけるあいまいさ (Ambiguity) の存在について、J. G. March & J. P. Olsen はファジィ理論といった手法の側面からの考察ではなく、経営現象として捉えている。J. G. March & J. P. Olsen の分析は、企業活動においてあいまいさがむしろ自然な状況であること、これを前提にしないでは経営方策は成功に結びつかなくなる可能性が大きく、経営戦略も例外ではないことを示している。

J. G. March & J. P. Olsen は「環境の行為や事象はあいまいであることが多い。何が起こったのか、そして、なぜそれが起こったかは明らかでない。あいまいさは、事象に固有なものであるかもしれないし、あるいは参加者が事象を観察する際の困難さに起因するかもしれない。環境の複雑さや変化のスピードは、しばしば人間の認知能力をしのぐ」と述べており、この見解に立って、下記の4つのあいまいさの存在を指摘している。

① 意図 (intention) のあいまいさ

多くの組織の特徴は、矛盾した不明瞭な目的をもっていることである。選択理論の首尾一貫性への要請や組織の動機を記述するとき、実際に求められる用件の両方を満足するような意味のある選考関数を規定することは、多くの場合組織にとって不可能である。

② 理解 (understanding) のあいまいさ

多くの組織にとって、それらが身をおく世界の因果律は鮮明ではない。これをしてはどうなるかはよく分からず、環境も解釈しがたい。組織の行為とその結果との間の関係を見つけることは難しい。

③ 歴史 (history) のあいまいさ

過去は重要であるが、その規定と解釈は容易ではない。歴史は作り変えられるし捏造されもする。何が起こったのか、なぜそれが起こったのか、そしてそれが起こるべくして起こったのかどうか、すべて問題である。

④ 組織 (organization) のあいまいさ

個々人が決定に払う注意はいつもバラバラで、そのうえ時とともにうつろう。その結果、参加のパターンは不確実で、しかも目まぐるしく変わる。

このような、J. G. March & J. P. Olsen のあいまいさ (ambiguity) の存在は経営戦略においてファジィ概念、ファジィ理論 (その一分野としてのファジィ積分も含む) を応用する前提となっている。ambiguity は主に選択におけるあいまいさを表し、Fuzzy は主に境界としてのあいまいさを示している、という考え方があるが、J. G. March & J. P. Olsen の指摘は、ファジィ概念、ファジィ理論を応用する際の要請を説明する概念とほぼ重複しており、ambiguity の概念が指す内容の多くを経営戦略におけるファジィ概念、ファジィ理論応用の際の経営戦略の場の説明概念として捉えうると思われる。

H. Henry は経営戦略の目標を経済的と非経済的に分けている⁵⁾。この目標は経営戦略に関する長期計画の評価モデルの構築に使われることが多い。しかし、企業の存続、事業の規模が両方の項目に入っているように、この経営戦略の目標についても、これらの各項目を評価モデルの属性に使った場合でも各属性は他の属性に対して、独立であるとは限らない。

(経済的目標)	(非経済的目標)
自己資本利益率	企業の存続
総資本利益率	経営者の地位保全
株価利益率	従業員の身分保障
取引高	事業の規模
事業の規模	会社の名声
流動性	社会的責任
弾力性	
危険の減少	
市場占有率	

一般に、日本の経営戦略は多くのファジィ概念、例えば中間組織（市場と内部組織の中間的性質を持つ産業組織⁸⁾）中間活動（QC サークル等の日本の小集団は公式組織と非公式組織の中間的性質を持っている⁶⁾）等を持っている。このような中間的（ファジィ概念）概念で説明しうる組織概念が機能する社会における経営戦略は、おのずから評価モデルを構築する際に、その各属性は重なりあいを持たざるをえないと思われる。

この考え方に立てば、契約思想を社会の編成原理の大きな軸としているアメリカ型企业における評価モデルは線形評価モデルが比較的選択されやすく、日本型企业においては、その有効性が問題となる場合が多いと考えられる⁶⁾

3. 線形評価モデルとファジィ積分

経営戦略における意思決定の際、各々の代替案をそれぞれの側面より評価する必要が生じる。次に、そのそれぞれの側面よりの評価を総合した総合評価が行われなければならない。

その総合評価の際によく使われるのは線形評価モデルである。このモデルは測度の加法性を前提とし、属性の独立性を要求する。それに対し、ファジィ積分はファジィ測度が加法的ではないがゆえに、より一般性を持ち、多側面よりの主観的評価の手法として広い応用範囲を持つと考えられる。

経営戦略において、主観的尺度を導入することは、その意思決定の性質からいって避けえぬ作業であると思われる。しかし、その作業は多くの困難を伴うものであることが予想される。主観的尺度を導入する最大のメリットは、経営戦略に係わる組織構成員の経験と勘をその意思決定作業における総合評価に反映させることができる点にある。

経営戦略が個人の思考過程にその多くを依存するものであり、それが客観的な論理式に抽象化され、その関係者に数式モデルとして顕在化させること

は、日本企業において、極めて困難な作業であることはよく知られている。

このことは、日本企業において線形評価モデルが実際の経営戦略において意外なほど、使われていない、大きな原因であると思われる。日本企業において、ファジィ積分による評価モデルと線形評価モデルの比較を行うために、属性と尺度の独立性と両モデルの関係についてより深く考察してみよう。

4. 評価問題と属性、尺度の独立性

評価問題におけるモデル構築の際、問題になるのはモデルの属性と尺度の独立性である。属性の独立性とは、2つの属性の評価値の間に相関がみられないことを意味している。次に属性の評価値間に相関がなく属性が独立であったとしても、尺度が独立ではない場合がある。主観的尺度の規定を前提にする経営戦略における総合評価問題においては、特にこの問題は大きな問題となる。

尺度が独立とはその測度が加法的であるという意味である。このような属性、尺度の独立性の仮定がなくては、従来の線形評価モデルは有効ではない。線形評価モデルは属性の評価値に重み付けをし、その総和をとる方式であるゆえ、属性の独立性がなければ、重み付けも総和をとることも意味がなくなる可能性を持っている。

ファジィ積分はファジィ測度が加法的ではないという前提に立つため、属性、尺度の独立性を仮定しなくてもよく、このためファジィ積分モデルは線形モデルより一般性がある。経営戦略に係わる各側面よりの総合評価の総合評価の際に、各側面に対応するそれぞれの属性は、加法性をもたないがゆえに、数多くの経営戦略問題に対して、ファジィ積分の適用を試みることで、大きな意味を持つ理由がそこにある。

ところで、経営戦略における評価属性の取り扱いについては、二つの考え方がある。一つはファジィ概念の処理の考え方である。意識的にあいまいさを排除する形で、評価属性を厳密に決定し、構成員へ強制力を働かせること

によって、評価属性の独立を確保する方法である。

他の一つは、本稿のテーマである、あいまいさを認め、評価属性を厳密に決定することを放棄し、構成員の協調を期待する意味を持たせるものである。したがって、この場合は、一定の手順で評価属性は限定されるか、構成員の評価属性との係わりの中で、職務活動を通じて限定され、独立が評価に必要な水準まで確保されなければならない。

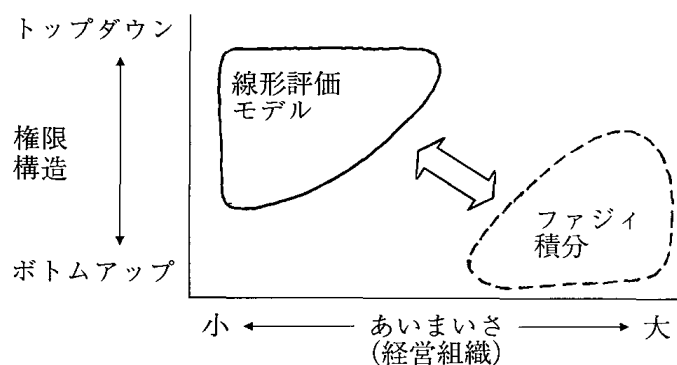
この点より、企業体質が経営戦略における意思決定における評価モデルの型を決定することが明確になったと思う。ファジィ積分は、極めてあいまいさを許容するシステムに適合しているし、逆にトップダウンで目標管理を徹底させるなかから、企業の経営戦略を進めていこうとする場合は、意図的に評価属性を決定し、それをあいまいさを排除した形で、企業内に展開することによって、よりトップダウンを徹底しうる。

図2はその適用の目安であるが、以下、評価モデルの活用場について考察を進める前提としてファジィ積分について考察していく。

5. ファジィ測度とファジィ積分

ファジィ積分の前提となるファジィ測度は確立測度を拡張した関数として定義されており、加法性よりもゆるやかな単調性をもつ集合関数として、下記のごとく規定される。

図2 評価モデルの適用範囲



集合 X , 部分集合 E , F を区間 $[0,1]$ に対応づける関数 g をファジィ測度と規定すると下記の条件が成立する。

$$g(\phi) = 0, \quad g(X) = 1 \quad \dots\dots (1)$$

$$E \subset F \text{ ならば } g(E) \leq g(F) \quad \dots\dots (2)$$

$$E_1 \subset E_2 \subset \dots\dots \text{あるいは, } E_1 \supset E_2 \supset \dots\dots \text{ならば}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} g(E_n) = g(\lim_{n \rightarrow \infty} E_n) \quad \dots\dots (3)$$

条件 (1) は有界性, 条件 (2) は単調性を, ファジィ測度に関して表現しているものである。条件 (3) は連続性を表現しており, X が有限集合である場合は不要になる。

(単調な集合関数としてのファジィ測度)

経営戦略における評価問題への応用を行う場合は, X は有限集合のみに限定できるので, 条件 (1), (2) で充分である。なお, ファジィ積分を構成する場合には $g(E)$ の値が構成要素の順序に依存しないように考慮する必要がある。(一義性)

ファジィ積分

関数 $h: X \rightarrow [0,1]$ のファジィ測度 g による $E (\subset X)$ 上のファジィ積分は

$$f_E h(x) \circ g = \sup_{\alpha \in [0,1]} [\alpha \wedge g(E \cap H_\alpha)] \quad \dots\dots (4)$$

と規定される。それぞれ, H_α , E , g は下記のように決められる。

$$H_\alpha = \{x | h(x) \geq \alpha\}$$

なお, E (積分領域), $E=X$ の場合は当然のことながら,

$$X \cap H_\alpha = H_\alpha$$

となり、 H_α は α が大きくなるとともに集合としては小さくなる。

g は単調性を持つので、 $g(E \cap H_\alpha)$ の値は α が大きくなるとともに減少する。

ファジィ積分の3条件は

$$f a \circ g = a, \quad a \text{ は } [0,1] \text{ の定数}$$

$$h_1 \leq h_2 \text{ なら}$$

$$f h_1(x) \circ g \leq f h_2(x) \circ g$$

$$E \subset F \text{ なら}$$

$$f_E h(x) \circ g \leq f_F h(x) \circ g$$

であり、上記の3条件はファジィ測度の単調性という性質を反映したファジィ積分の単調性を示している。

次に、ファジィ積分の演算について述べる。集合 X が有限集合であり、

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

であるときに、関数 h が、

$$h(x_1) \geq h(x_2) \geq \dots \geq h(x_n)$$

である。

この条件は、 X が有限集合であり、任意の関数を大きさの順に並べて x の要素の番号を付けなおせば常に成立する。そこでファジィ積分は、

$$f h(x) \circ g = \bigvee_{i=1}^n [h(x_i) \wedge g(H_i)] \quad \dots\dots\dots (5)$$

ただし、 $H_i = \{x_1, x_2, \dots\dots x_i\}$ である。

したがって、関数 h の形に対応して作られる X の n 個の部分集合 $H_1, H_2, \dots\dots, H_n$ に対する g の値が分かればよい。次に、 g の値を求める関係式は以下である。

$E \cap F = \phi$ のとき

$$g_\lambda(E \cup F) = g_\lambda(E) + g_\lambda(F) + \lambda g_\lambda(E) g_\lambda(F)$$

$$\text{ただし、} -1 < \lambda < \infty \quad \dots\dots\dots (6)$$

このとき、 $\lambda = 0$ ならば加法的で、 $\lambda > 0$ ならば優加法的、 $\lambda < 0$ ならば劣加法的である。ここで、ファジィ測度の密度 g^i は、

$$g^i = g_\lambda(\{x_i\})$$

と表されるので、

$$g_\lambda(H_i) = g^i + g_\lambda(H_{i-1}) + \lambda g^i g_\lambda(H_{i-1}) = \frac{1}{\lambda} \left[\prod_{k=1}^i (1 + \lambda g^k) - 1 \right] \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる。それでは、ファジィ測度とファジィ積分についての上述の前提に立って、経営戦略における評価問題における、評価システムの構造の同定（評価属性を絞っていく）について考察していく。

構造の同定作業は、極めて大きな意味を持っている。それは、経営戦略の評価属性を絞っていくことが容易にできることを意味しており、逆に考えるとかなりルーズに評価属性を決定してもそれを次のステップで選択し、絞り込んでいくことにより、試行錯誤で新しい評価構造を構築していけることを示している。

一般に、線形評価モデルは経営戦略といった極めて人間の経験と勘に左右される場では十分な情報が不足し、不確実性が大きいいため構築しがたい。強力なリーダーシップでモデルを構築し、実施しなければ、一般にせっき線形評価モデルを構築しても、経営戦略の場で不適合をおこし、信頼にたるべき評価として構成員にみなされないため、急速に陳腐化していくことになる。その点、ファジィ積分モデルは、この点で、試行錯誤の繰り返しで、システムレベルを上げていくことができ、ファジィ測度の柔軟性とファジィ積分演算が加法性を持たないことにより、誤った評価を下す危険性が少ないことも加わり、ボトムアップ経営といった衆知を得ていく経営に適合すると思われる。

6. 評価構造の同定問題

評価に必要な属性のみを選択する。構造の同定作業によって、経営戦略における評価構造が決まり、ファジィ積分を適用しうる前提を作ることができる。それにはファジィ測度の密度 $g^i = g(\{x_i\})$ の大きさが問題になる。これは、属性 x_i の重要度であるから、選択の際、極端に重要度が小さい属性を無視することによって、属性の限定を進めることができる。

次に問題とするのは、ファジィ測度の加法性からのずれである。 x_i と x_j とがまったく同じ属性であったと仮定すると、ファジィ測度 g は、

$$g(\{x_i, x_j\}) = g(\{x_i\}) = g(\{x_j\})$$

となる。

このとき、ファジィ積分の公式 (5) より、

$$f h(x) \circ g = \bigvee_{i=1}^n [h(x_i) \wedge g(H_i)]$$

であるから、 x_i と x_j の部分は、

$$(h(x_i) \wedge g(\{x_i\})) \vee (h(x_j) \wedge g(\{x_j\}))$$

となる。 $h(x_i)$ と $h(x_j)$ が等しく、 $g(\{x_i\})$ より $g(\{x_i, x_j\})$ のほうが大きいことから、

$$h(x_i) \wedge g(\{x_i, x_j\})$$

となる。これより、

$$g(\{x_i, x_j\}) = g^i \vee g^j \quad \dots\dots\dots (8)$$

であり、劣加法性の度合いの大きい2つの属性があったとすると、そのうちのいずれかは評価に不要となる。この結果、評価に必要な属性が取り除かれる。

次に評価属性の集合 X を再度、

$$X = \{x_1, x_2, \dots\dots x_n\}$$

とする。

評価対象 m 個

評価値の関数 h_j (j 番目の対象の評価)

$$h_j : X \rightarrow [0, 1]$$

ex. $h_j(x_1)$ 評価属性 x_1 を区間 $[0, 1]$ に規格化する。

このとき、ファジィ測度は対象を評価するときの属性の重要度を示す。

ex. $g(\{x_i\})$ は評価属性 x_i をどの程度重要視するかという度合いを表す。

ここで、 $g(\{x_i, x_j\})$ というように表すと、このときのファジィ測度 g は、 x_i と x_j の2つの評価属性を同時に考えたとき、それらをどの程度重要視す

るかという度合いである。

そこで、再度 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ として、次の3式を求める。

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \frac{g(\{x_i, x_j\}) - (g^i + g^j)}{g^i \wedge g^j}, & i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases} \quad \dots\dots (9)$$

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \mu_{ij} & ; \mu_{ij} \leq 0 \\ \mu_{ij} / (\mu_{ij} + 1) & ; \mu_{ij} > 0 \end{cases} \quad \dots\dots (10)$$

$$\eta_j = \sum_{i=1}^n m_{ij}^3 / (n-1) \quad \dots\dots (11)$$

ここで、 $\mu_{ij} \in [-1, +\infty]$ は、 $\mu_{ij} \geq 0$ のとき、 $\{x_i, x_j\}$ の重要度は、個々の重要度を加えた値より大きくなり、そのとき、 $\{x_i\} \{x_j\}$ は一緒に評価する必要がある。次に $\mu_{ij} < 0$ のとき、 $\{x_i\}$ の重要度と $\{x_j\}$ の重要度とでは重なりがある。 $\mu_{ij} = -1$ の場合は公式(8)より、

$$g(\{x_i, x_j\}) = g(\{x_i\}) \vee g(\{x_j\})$$

となり、 $\{x_i\}$ か $\{x_j\}$ のどちらか一方は $\{x_i, x_j\}$ の評価に全く影響を与えず、取り除いてもさしつかえない属性となる。

(10) 式の m_{ij} は μ_{ij} を -1 から 1 までの値に規格化するものであり、(11) 式の η_j は属性 x_j が他の属性と、平均してどの程度加法性からずれているか、の尺度を示す重複度である。劣加法的であることが重複の大きさを意味し、 -1 に近いほど重複の度合いは大きい。

次に、菅野⁹⁾のいう必要性係数

$$\xi_j = 1 + \eta_j (1 - g^j) \quad \dots\dots (12)$$

が規定される。この ξ_j において、 ξ_j は 0 から 1 までの値をとり、 0 に近ければ、 x_j は評価に不必要な属性として除去できる。

この後、また再び評価モデルも作り、ファジィ測度を同定し、必要性係数

ξ_j を求め、不要な属性を除去する作業を繰り返し、評価構造は簡素化した形で同定できる。

評価は一般に7段階評価等が使われる。経営戦略のポートフォリオにおける商品ミックスの評価を例にとれば、その中で市場性といった属性は「+3が最良」「-3が最悪」といった形で評価が数値化される。他の属性も同様に7段階評価するとすれば、この数値化された結果はファジィ積分にて演算しうる前提となる。

この値をファジィ理論においては $[0,1]$ へ規格化する。この規格化の作業

図2 ファジィ測度解析－1

属 性	g	η	ξ	J (注)
A	0.19	-0.46	0.63	0.04
B	0.11	-0.34	0.70	
C	0.09	-0.37	0.66	
D	0.05	+0.27	—	
E	0.17	-0.09	0.93	
F	0.33	-0.61	0.60	

図3 ファジィ測度解析－2

属 性	g	η	ξ	J
B	0.18	-0.01	0.99	0.06
C	0.16	+0.00	—	
D	0.12	+0.09	—	
E	0.22	+0.07	—	

(注) 指標Jについては、 g との関係で末尾、注9)を参照のこと。

は、 $-3 \rightarrow 0$, $-2 \rightarrow 1/6$, $-1 \rightarrow 1/3$, $0 \rightarrow 0.5$, $+1 \rightarrow 2/3$, $+2 \rightarrow 5/6$, $+3 \rightarrow 1$ といった形で行われる。このような規格化の作業を行ったデータについて、主観的重要度 g , 重複度 η , 必要性係数 ξ を求める。図 2 は参考のため計算例として、 $A \sim F$ の属性について（前処理として、構造同定の前に、因子分析をして、評価属性の数を絞り込むといった作業をとまなう）、その各値を求めたものである。

$A \sim F$ の属性のうち、属性 D 以外のすべての重複度は負である（ D の属性以外の重要度は他のどれかの属性の重要度と重なりを持っている）。そこで、属性 A, F の必要性係数はそれぞれ、 $0.63, 0.60$ である。ここで、 0.70 以下の必要性係数は除く基準

$$\frac{\xi_j}{\max \xi_j} < 0.70$$

$$j, \eta_j < 0$$

をあらかじめ決めておき、 A, F を除去し、次に図 3 を作成する。 C, D, E の 3 属性の重複度が正になり、評価する際に必要な属性である。

7. ρ -ファジィ測度の経営戦略における有効性

重要度関数 g の決定方法については各種の方法が提案されており、数理モデルを用いる λ -ファジィ測度とか、前述した、便宜的に総合評価値を評価者個々に決定させ、この情報を用いて重要度関数を定める方式の 2 つが有力である。

この重要度関数の決定の作業は、多くの作業時間を必要とする。その時間を低減する方法は、ファジィ積分の実用化の成否に影響するものであると考えられるが、北垣⁹⁾により属性間の相関係数を用いて、重要度関数を決定していく方法が提案されているので後述する。参考として、計算例も付与したが、このような形の実用化の方策の提案と検討が今後必要であると思われる。

る。

ρ -ファジィ測度の応用

評価属性の集合

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

において、主観的重要度を $g(\{x_i\})$ または g^i とすると、公式 (8) より次式が成り立つ。

$$g(\{x_i\}) \leq g(\{x_i, x_j\}), \quad i \neq j$$

このとき $\{x_i\}$ に対して、 $\{x_j\}$ を加えることによって、その重要度がどの程度増加するかを定性的に考察すると、これらの属性がどの程度内容的に類似するかに依存する。重要度関数は属性間の関連の情報を含む必要があり、 ρ -ファジィ測度 g_ρ は、その必要に応えるものとして提案された。

属性 x_i, x_j の相関係数を $\rho_{i,j}$ として、

$$g_\rho(g^i, g^j, \rho_{i,j}), \quad i \neq j$$

と表記する。

$$g_\rho(x_i) = \frac{1}{K} \left[\sum_{k=1}^i \{g^k \wedge (1 - |\rho_{k,j}|)\} \vee \{\bigvee_{j=1}^i g_\rho(X^j_i)\} \right] \quad \dots\dots (13)$$

$$j \neq k, \quad g^k \leq g^j$$

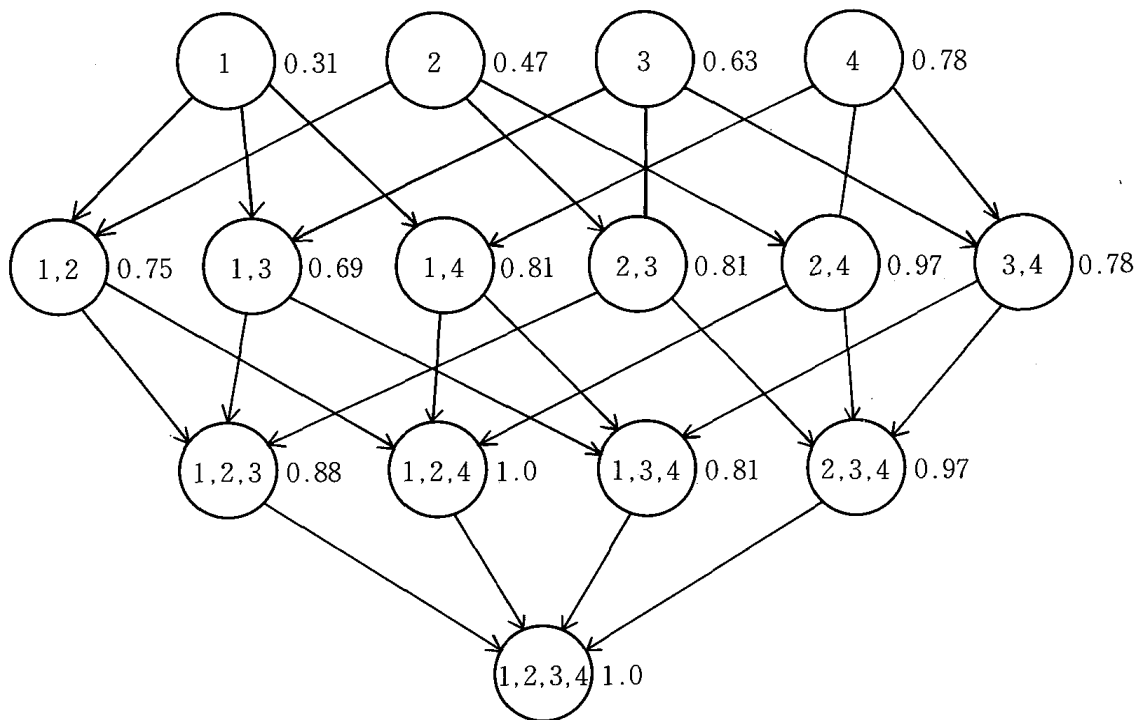
なお、 K は有界性 ($g(\phi) = 0, g(X) = 1$) を満たすための定数、 X^j_i は属性集合 X_i から、属性 X_j を取り除いた集合を表す。

g_ρ の式の第 1 項は、属性集合 X_i の重要度を基本的には各属性の重要度の総和として求めるものの、属性 x_k の寄与分を残りの属性の中で内容的に最

図4 g_ρ の計算

g^1	g^2	g^3	g^4
0.2	0.3	0.4	0.5

$ \rho_{1,2} $	$ \rho_{1,3} $	$ \rho_{1,4} $	$ \rho_{2,3} $	$ \rho_{2,4} $	$ \rho_{3,4} $
0.1	0.8	0.8	0.6	0.6	1.0



も類似する属性との比較において定めるためのモデルである。 $g^k \leq g^j$ である j が存在しないとき、 $i=1$ のときは、 $\wedge=1$ とする。

第2項は、 X_i^j ($j=1, 2, \dots, i$) の重要度の最大値を表す。 g_ρ に単調性を持たせるための項である。この g_ρ の性質は以下の4点である。

$$g_\rho(X_i) \leq g_\rho(X_j)$$

単調性

$$E, F \subset X, E \cap F = \phi \text{ として}$$

$$g_\rho(E \cup F) \leq g_\rho(E) + g_\rho(F)$$

劣加法性

$$A (\subset X) \text{ の補集合 } \bar{A} \text{ として}$$

$$g_\rho(E) + g_\rho(\bar{E}) \geq 1$$

Plausibility 測度的

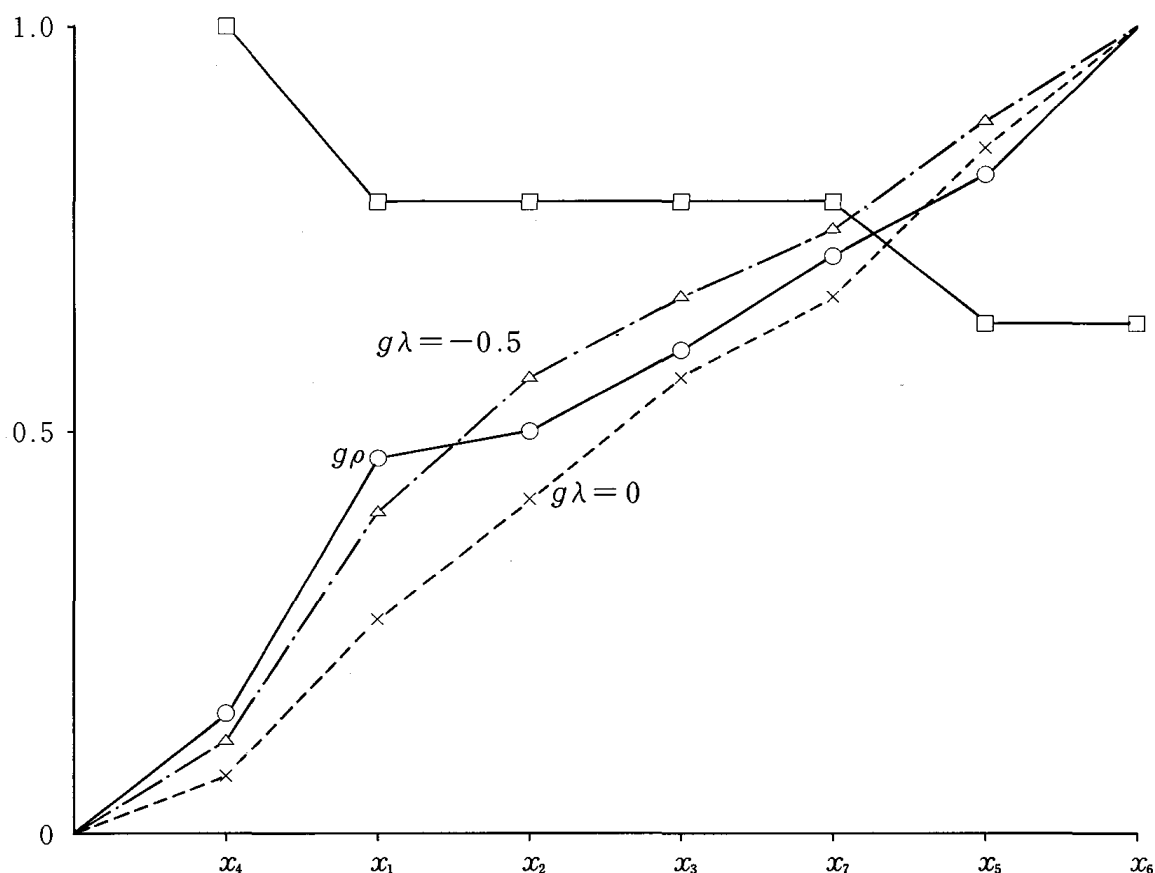
図4は事例として、重要度 g_i と相関係数 $|\rho_{i,j}|$ から、 g_ρ を求め、有向グラフを作図したものである。これは半順序関係を表し g_ρ の単調性と劣加法性が分かる。

図5は事例をもとに、 λ -ファジィ測度を用いた重要度関数 g_λ と g_ρ を対比させたものである。 $\lambda = -0.5 \sim 0.0$ の範囲内にほぼこのケースでは g_ρ があてはまっていることが分かる。

8. 今後の課題

構造の同定作業は今まで社会科学の領域において、アンケート結果の解析等で実績を上げている⁹⁾ 日本的経営戦略においては、経営者の意向を受け、

図5 g_ρ と g_λ の比較



トップダウンで経営戦略を立案し、ブレイクダウンしていく構造は極めてまれである。衆知を得るという形での経営戦略が構築され構成員個々が、各自のあいまいさを許容しあう関係で、日本企業は発展してきた。

しかし、従来のようなアメリカをとという目標の存在を前提にし、目標において、あいまいな形の共有を受け入れてきた集団では、“目標のない”経営戦略の場を乗り切るのはかなりの困難をとまうと思われる。「アメリカでこの事業は成功している」との発言が評価に係わる場で発せられ、動機づけられた集団は、このような具体的かつ、数多くの神話に満ちた目標が消えた状態では動機づけられがたいのではないだろうか。

このような状態で、経営戦略における組織的意思決定回避がおこるのはやむをえない事態とも考えられる。

このような時、リーダーシップの必要性を強調するより、精度の高い情報ネットワーク、強力な商品系列の開発を行う等の諸活動で、経営戦略の場をより効率の高いものにするという方策が考えられる。本稿は、その効率向上の手段として、ファジィ概念、ファジィ積分の手法側面について考察している研究の一試論である。

ファジィ積分についてはより多くの研究が投ぜられる必要があるが、今後の経営戦略における評価を語る際に、かなりのウェイトを占める可能性を持っていると思われる。

注

1) 研究テーマとしてファジィ理論の研究と応用を経営学、情報工学の分野において進めており、1989年4月から科学技術庁科学技術政策研究所特別研究員として、科学技術予測へのファジィ積分の適用を課題とする予定になっている。

2) Zadeh L. A. : Information and Control, 8, pp. 338—353, 1965

: Probability Measures of Fuzzy Event, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 23, pp. 421—427, 1968

3)

○人間行動モデル

Human error, 神経回路網, 創造機能, 並列処理, 不安定系の手動制御, 制御行動の同定

○社会モデル

民衆の選好意識分析，高齢化社会保健システム，環境アセスメント，リスク，アセスメント，原子炉の安全評価，村落構造，エネルギー分析，公私概念の社会心理学的分析，アンケート回答分析，人間関係構造，マーケティングにおける市場選択，エネルギー分析，需要動向モデル，カテゴリー分析

○人工知能

パターン認識（画像，音声），自然言語の意味分析，漢字認識，エキスパート・システム，知識ベース，農産物の認識，ゴミ拾いロボット，老人介護ロボット

○制御

焼結炉，セメントキルン，熱交換器，ボイラー，原子力プラント，オートパイロット，自動車，列車運転，水処理プラント，乾燥プロセス，上水道水配分，ガラス溶解窯，家電機器，ガス遮断装置，異常診断，電力系統用，ファジィ・コントローラ，ファジィ最適制御，自動起動

○医療

歯科診断，心臓病診断と治療，肝臓病診断，医用画像処理，すい臓ガン治療，輸液コンサルテーション，最適サンプリング，生体データのあいまい処理，分析精度の品質管理，生体粘弾性パラメータ同定（ガン診断用），放射線計測とスペクトル分析，医療圏分析，成人病センター

○コンサルテーション・システム

家庭コンサルテーション，CAI，CAD，航路の最適決定，各種動的最適計画（経路，生産，制御）様相論理による人事管理，経営意思決定支援，建物安全評価，設備診断，故障診断，金属疵検知，木材の品質評価，マン・マシン系評価，ヒューマン・インターフェイス，水資源開発の多目的意思決定，都市域浸水現象対策，電力開発計画，対話型都市開発計画，工業再配置計画，ソフトウェア開発，考古学エキスパート・システム，プロセス最適設計支援，高齢化社会保健システム，合意形成支援

○その他

学術情報データベース，分散データベース，医療情報，ファジィ・シソーラス，コンピュータ・セキュリティ，情報価値の数量化，大規模動的システムの部分知識の関数表現，心理言語学，意味論，官能検査

（ファジィ理論の応用 国際ファジィ・システム学会の日本支部が1985年に施行したアンケートより）

4) ファジィの基礎

①ファジィ集合によるモデル化の目的

- (1) 人間の持っている経験，常識などの知識を機会に使える形で表現する。
- (2) 人間の感覚や言語表現をモデル化する。
- (3) 人間のパターン認識，総合判断，大局的理解などを模擬する。
- (4) 人間に理解しやすい形に情報を変換する。
- (5) 多量の情報を圧縮する。
- (6) 人間の心理や行動をモデル化する。

(7) 社会システムをモデル化する。

②ファジィ集合論の概説

従来のデータは、0 か 1 の値で最終的に表現されてきた。例えば、「成長企業」という概念でいうと、「A 企業が成長企業である」というのならその定量的表現は 1, 「B 企業は成長企業ではない」というのならその定量的表現は 0 である。それに対し、ファジィ理論では、A 企業が成長企業に「属する度合い」を問題にする。この属する度合いを 0 から 1 の連続量で表現するのである。例えば、A 企業が急成長企業に属する度合いは 0.3, 成長企業に属する度合いが 0.9, 安定企業に属する度合いが 0.3 といったように表現できる。この度合いを示す値を「メンバーシップ関数」と呼び、この度合いによって A 企業は「ほぼ成長企業である」といった「あいまいな表現」を定量的にあらわすことができる。この度合いをコンピュータで処理することによって、経営意思決定から自動制御までの広範囲な分野のあいまい化を行うことができる。

現在は水処理から、自動車、地下鉄等の自動制御、洋上での波に揺れるなかでのクレーンの自動操作、ビジネスでの決定問題、人工知能との組み合わせまで応用されつつある。

③ファジィ集合の基礎は以下である。

和集合

ファジィ集合 A と B の和集合 $A \cup B$ とは、次のメンバーシップ関数によって定まるファジィ集合である。

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$$

共通集合

ファジィ集合 A と B の共通集合 $A \cap B$ とは、次のメンバーシップ関数によって定まるファジィ集合である。

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$$

補集合

ファジィ集合 A の補集合 \bar{A} とは、次のメンバーシップ関数によって定まるファジィ集合である。

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

クリスプ集合では、衆知のごとく、

$$E \cup \bar{E} = X \text{ (排中律)}$$

$$E \cap \bar{E} = \phi \text{ (矛盾律)}$$

が成立する。

したがって、ファジィ集合 A の補集合は、厳密な意味での補集合ではない。

5) Taylor B. & Hawkins K.: Handbook of Strategic Planning, Longman Group Limited, London, 1972

6) 拙稿：協働の経営戦略についての一考察，経営と人事管理，日本人事管理協会，No280, 1986

拙稿：動態的組織と情報理論——マーチ & サイモンの不確実性の理解を中心として——，経営と人事管理，日本人事管理協会No277, 1985

本稿は、日本経営学会関東部会報告「経営戦略におけるファジィ概念についての試論」(1988. 5. 28) をファジィ理論の手法面に重点を置き発展させたものである。

- 7) March, J. G. & Olsen, J. P.: Ambiguity and Choice in Organizations, Universitetsforlaget, 1976
- 8) 今井他：内部組織の経済学，東洋経済新報社，1982
- 9) ファジィ積分については下記によった。
 - ① 菅野道夫：Fuzzy 測度とFuzzy 積分，計測自動制御学会論文集，8-2，pp.218-226，1972
 - ② Shafer G.: A Mathematical Theory of Evidence, Princeton University Press (1976)
 - ③ Ishii K. & Sugeno M.: A Model of Human Evaluation Processing Using Fuzzy Measures, Int'l J. of Man-Machine Studies, 22, 1, pp. 19-38, 1985
 - ④ 鬼沢武久：ファジィ測度解析，数理科学，1987，2，pp. 26-34
 - ⑤ 北垣郁雄：意識調査にかかわるデータ解析のための ρ -ファジィ測度とその応用，ファジィシステムシンポジウム講演論文集，国際ファジィシステム学会，1988
- 10) なお， J はこの事例で評価者 N 人において重要度 g を求めるための指標である。その方法は文献8) -③によっているが，下記の式で表される。

$$e = f h(x) \circ h$$

評価者 i による項目 x_j の評価を $h_i(x)$ とすると，評価者 i のモデルの出力は

$$e_i = f h_i(x_j) \circ h$$

である。 g は以下の J を最小にするように求めている。 e_i^* は評価者 i の総合評価。

$$J = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (e_i^* - e_i)^2 \right]^{1/2}$$

本稿では，詳細は省略する。

(科学技術庁科学技術政策研究所特別研究員)

平成元年1月18日 受理