## Ⅳ-112　計画者の認識構造の把握方法に関する研究

東京工業大学　正員　森地 茂
東京工業大学　正員　石田 東生
千葉県庁　正員　○大橋 秀昭

1. はじめに　構想計画から実施計画，管理運用計画に至る計画プロセスにおいて，数多くのフィードバック・ループが存在し，それらを含めた計画プロセスの進行は，様々な効果を求めてなされているといえる。しかし現在のところ，この効果を確実に得ることのできる計画プロセスのあり方については，定見がない。そこで，本研究では次の2点を目的に設定した。第1は，計画者の計画に対する認識構造を把握する手法を開発すること。第2に，本研究で開発する手法を実際の場に適用し，この手法の有効性を実証することである。

2. 従来の手法の比較　計画プロセスのあり方との関連から，本研究で開発する手法は，表1に掲げた4つの条件を満たすことを要請されている。表より，本研究の目的に比較的かなった手法として，F.T.A.(Fault Tree Analysis)を挙げることができる。そこで，F.T.A.を基に，次に掲げるこの手法の主な欠点を補う形で，新たな手法を開発する。

(1) F.T.作成の繁雑さ　(2) 多人数への適用が困難　(3) 各根源事象が独立であることの仮定　(4) 各主観確率間の整合性の取りにくいこと

上の4つの欠点のうち，(1)と(2)を解決するために，「F.T.骨格の作成プロセス」を開発し，また，(3)と(4)の問題に対し，Fuzzy論理に基づくFuzzy F.T.A.を導入し，解決をはかる。

表1　構造把握に関する従来の手法の比較

| 必要条件＼手法 | KJ法 | ブレーンストーミング | デルファイ法 | シナリオ法 | 認知図法 | デマテル法 | I.S.M.法 | F.T.A. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 関連項目の網羅的列挙 | ○ | ○ | | | | | | ○ |
| 2. 現象の因果連鎖の明確化 | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 3. 重要な因果連鎖の特定 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 4. 2,3に関する系統的表示 | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ |

3. F.T.骨格の作成プロセス　これは，図1の点線で囲まれた部分に示す通り，まずブレスト等により，要素（現象・対策）を選択・抽出する。この要素間の関係をアンケート調査し，個人ごとのバイナリー・マトリックスを作成し，これを重ね合わせることにより，全体のバイナリー・マトリックスを作り出す。このマトリックスを，I.S.M.(Interpretive Structural Modeling)の第2過程を援用することにより，骨格行列にまで変換する。次に，この骨格行列の中にサイクルが存在すれば，サイクルを切断することにより，全体のバイナリー・マトリックスを修正し，サイクルがなくなるまで，この操作を繰り返す。以上のプロセスにより，サイクル処理も行なった階層的有向グラフが描ける。次に，このグラフにおいて，結びついている要素間の関係を，AND，ORゲートに当てはめてF.T.の骨格を作成する。

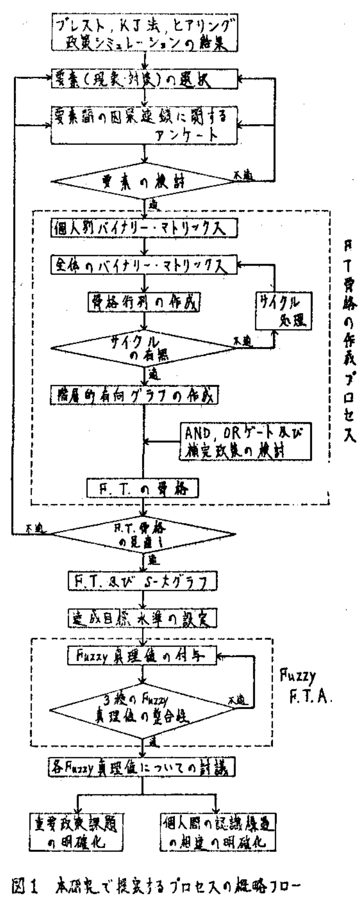



図1　本研究で提案するプロセスの概略フロー

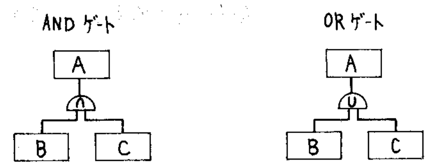
4. Fuzzy F. T. A. の導入　Fuzzy F. T. A. とは、F. T. A. における3種の主観確率の整合性を取る段階において、主観確率の代わりにFuzzy真理値を、また確率演算の代わりにFuzzy論理演算を用いるものである。そこで、Fuzzy F. T. A. の定式化について説明する。まず、その前にF. T. A. の基本式は次のように表わされる。

$$\varphi = \prod_{i=1}^{I} \coprod_{E_n \in H_i} f_{E_n} \quad :パス \qquad \varphi = \coprod_{j=1}^{J} \prod_{E_n \in K_j} f_{E_n} \quad :カット$$

ただし、$H_i$ ($i=1,\cdots I$) はI個の最小パス、$K_j$ ($j=1,\cdots,J$) はJ個の最小カット、$\varphi$はF. T. の構造関数、$f_{E_n}$は根源事象$E_n$の特性関数である。上式をFuzzy論理で表わすと、

$$T(\varphi) = \bigwedge_{i}^{I} \bigvee_{E_n \in H_i} T(E_n) \quad :パス \qquad T(\varphi) = \bigvee_{j}^{J} \bigwedge_{E_n \in K_j} T(E_n) \quad :カット$$

となる。ただし、$T(E_n)$は$E_n$のFuzzy真理値である。確率による従来のF. T. A. と、Fuzzy F. T. A. との演算上の相違は、図2に示すように、単純なAND, ORゲートにおいて明確である。




| $P(A) = P(B \cap C)$<br>$= P(B) \cdot P(C)$ | 確率 | $P(A) = P(B \cup C)$<br>$= 1-(1-P(B))\cdot(1-P(C))$<br>ただし、事象B, Cは独立とする |
|---|---|---|
| $T(A) = T(B \cap C)$<br>$= \mathrm{Min}(T(B), T(C))$ | Fuzzy 論理 | $T(A) = T(B \cup C)$<br>$= \mathrm{Max}(T(B), T(C))$ |

図2　ANDゲートとORゲート

5. 実際問題への適用　以上、本研究で提案するプロセスを、茨城県日立市での交通政策実験の立案過程に適用し、このプロセスの有効性の実証を行なった。まず、現地でのヒアリング、政策シミュレーション結果等から、「バス優先政策」に関する要素（問題・現象、補完政策）を抽出し、この要素間の因果連鎖について、東工大大学院生を対象としてアンケートを行なった。(有効サンプル数16) この結果をもとに、バイナリー・マトリックスを作成し、以下F. T. 骨格の作成プロセスにより導き出されたF. T. 骨格は、当日会場で発表する。このF. T. 骨格は、ある発生した問題に対する補完政策が欠如しているなどの欠点はあるものの、F. T. として非常に有効であることがわかる。このF. T. 骨格から、上で述べた補完政策の欠如などに関して、若干の修正を加え、F. T.、S－オグラフを作成し、日立市関係者を対象とし、根源事象等の主観確率、Fuzzy真理値を質問した。(有効サンプル数7) そこで、確率による計算値と、Fuzzy論理による計算値とを比較するため、次のような指標を定義した。

$$\bar{X} = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{l} \left| x_i^k - y_i^k \right| \Big/ n \times l$$

ただし、$x_i^k$は個人kのパスまたは目標事象iに対する直観的な評価値、$y_i^k$は個人kのパスまたは目標事象iに対する確率またはFuzzy論理による計算値、$l$はパスまたは目標事象の数、$n$は人数である。この結果は、表2に示す通りであるが、これより、人間がS－オグラフという複雑なシステムを評価する際、確率的思考よりもFuzzy論理に近い形で、評価していることがわかる。

表2　直観的な評価値と確率又はFuzzy論理による計算値との差 $\bar{X}$

| 政策＼対象 | パス | 目標事象 | 全体 |
|---|---|---|---|
| 国道6号線バス優先政策 | 0.19<br>0.13 | 0.42<br>0.23 | 0.21<br>0.14 |
| 裏通り規制 | 0.12<br>0.10 | 0.33<br>0.12 | 0.17<br>0.11 |
| 終バス延長 | 0.22<br>0.15 | 0.13<br>0.06 | 0.19<br>0.12 |
| 全政策 | 0.18<br>0.13 | 0.29<br>0.14 | 0.19<br>0.12 |

注) 上段は直観的な評価値と確率による計算値との差
下段　〃　Fuzzy　〃

6. おわりに　本研究では、F. T. A. を組み変えて、新たにF. T. 骨格の作成プロセスを開発し、またFuzzy F. T. A. を導入することにより、構造把握の新しい手法を提案し、その有効性を実証的に明らかにした。しかし、作成プロセスにおいて、一律に冗長な関係を切断しているが、各因果連鎖はそれぞれ異なった場面を想定して答えられている場合が多く、一概に冗長な関係は無意味であり、切断してよいとは言えず、改良の余地がある。また、上記2種のアンケートが、1回ずつしか出来ず、1回目の結果を基に、2回目のアンケートを行ない、分析の精度やコンセンサスの程度を分析することが出来なかった。