

東京工業大学 正員 森地 茂
東京工業大学 正員 石田 東生
大分県庁 若月 保夫

1. はじめに F.T.A (Fault Tree Analysis)は、ベル研究所で開発されたシステムの信頼性解析の技法であり、事故の発生系統を表現し、その防止対策を検討するものである。客観的条件のみでは評価しえない政策判断に対するブレン・ストーミングの手段としてF.T.Aを適用した事例を報告し、その問題点について発表する。尚、検討の対象とした政策は都市における自動車交通抑制政策である。

2. F.T.Aによるブレン・ストーミングの手順 F.T.Aによるブレン・ストーミングは次の8つのステップから構成される。

STEP-1: 政策ごとのF.T作成-----目標事象Xの実現の為に必要な各種条件をブレン・ストーミングを行ないながら、図-1に示すF.T.として整理する。ここで $\cap$ はANDゲートと呼ばれ事象Aの実現の為にBとCが同時に実現することが必要であることを示し、 $\cup$ はORゲートと呼ばれ目標事象Xの実現にはA又はE₆の実現が必要であることを示している。尚、これ以上には分割できない事象(図-1におけるE₁~E₆)を根源事象と呼ぶ。

STEP-2: F.T.のネットワーク表現---F.T.に含まれるANDゲートを並列のリンク、ORゲートを直列リンクに置換すると、F.T.は最終的に根源事象だけのネットワーク(図-2)として表現される(S-エグラフ)。S-エグラフでは、根源事象が実現されたときそれに対応するリンクが切断されると考える。そうすれば、目標事象の実現はsからeに至る全ての経路(パス)が切断されることと同義になる。S-エグラフにおいては重要政策群を次のように抽出できる。

①最も切断されにくいパスに含まれる根源事象;切断されにくいことは、そこに含まれる根源事象は実現されにくいことを意味し、目標事象実現に失敗する原因となりやすいこととなる。

②最も切断されやすいカットセットを構成する根源事象;最も切断されやすいカットセットを構成する根源事象を実現することが、目標事象を実現するための最も容易な手段となる。

STEP-3: 達成目標水準の設定及び目標達成主観確率の付与

STEP-4: 重要政策課題(パス)の切断可能確率(主観確率)の設定

STEP-5: 根源事象の実現確率(主観確率)の設定

STEP-6: 目標達成確率, パス切断確率, 根源事象切断確率の関係の検討
今、事象A_i(i=1,2,...m)の和事象をUA_i, 積事象をPA_iとし、各根源事象は全て独立だとすると、ANDゲート、ORゲートで結ばれた事象間には次の確率の関係が成立している(図-3)。

図-1 F.T.

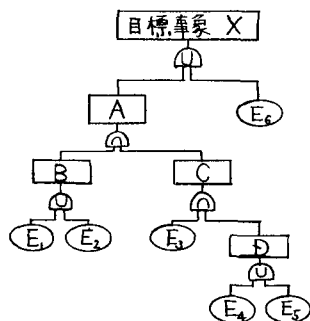


図-2 F.T.のネットワーク表現

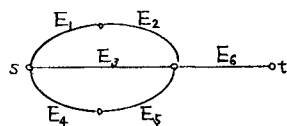
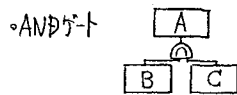
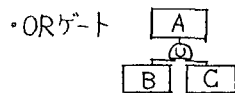


図-3 ANDゲートとORゲート



$$P(A) = P(B \cap C) \\ = P(B)P(C)$$



$$P(A) = P(B \cup C) \\ = 1 - (1 - P(B))(1 - P(C))$$

ただし、事象B, Cは独立とする。

$$P(A_i) = \prod_{j=1}^n P(A_{ij}), P(UA_i) = 1 - \prod_{j=1}^n \{1 - P(A_{ij})\} \quad \text{— (1)}$$

STEP-7: 各主観確率についての討議: ある個人の与えた前記3種の主観確率は(1)式を満足せず、又個人により各主観確率は異なっている。この差異について討議を行う過程で、個人間の差異がなくなるか、あるいは、差異の生じる背景が明らかになる。

STEP-8: パスとカットによる重要政策課題の明確化と政策実施効果及び問題点のシナリオ化

図4 自動車交通抑制政策の検討に関するS-オグラフ

3. 適用例 上記方法を都市自動車交通量抑制政策に適用した。図-4は全体のS-オグラフであり、政策A, B, ..., Xに相当する詳細なF.T.の作成及びそれに続く各ステップの検討を行った²⁾。主観確率の付与に際しては各政策評価を目的にして作成されたシミュレーションモデルによる政策実験結果及び過去の実施例等の情報を提供している。

4. 結論 本分析方法により、交通量抑制を目的とする各政策の効果、問題点、補完政策等の総合的判断を行う舞台を提供し得たと考えている。これは本分析方法の有する次の利点、即ちi)系統的に政策実施の為の条件や補完政策を列挙できること、ii) F.T.およびS-オグラフとして表示されるため総合的判断が容易であること、iii) 3種の主観確率間の関係式が成立しないことによる再検討の結果認識が深められること、iv) 主観確率を与える個人間の評価構造の差が明確化されること、v) 重要政策課題が明示されること、による所が大きい。

しかしながら、本方法を交通量抑制案の政策評価へ適用する過程でいくつかの問題点も明らかになった。以下にそれらの問題点と本研究における対応策についてまとめる。

i) 主観確率のあいまいさ: 主観確率というあいまいな数値をもとに分析することの意味及び説得力の欠如に最大の問題点が存在する。従って主観確率は議論の対象を明確化する舞台を与えるものと考えらるべきであり、値そのものに意味を持たせることには問題がある。ここでは、その相対的大きさにのみ着目して、重要政策課題抽出に役立たせている。一般に政策評価には主観的判断が不可避であり、従来“総合的に判断して……”という文章表現でつまされてきた主観的判断による総合化の過程を、F.T., S-オグラフ及び3種の主観確率で表現し、より明確にしたところに本方法の1つの意味がある。

ii) ANDゲート及びORゲートのみで論理構成すること: 現実にはこの2種の論理ゲートでは十分とはいえず、例えば“必要ならば〇〇という補助政策を実施する”という関係は表現できない。この問題は根源事象として“…をする必要なし”というダミー事象を必要に応じて挿入することにより解決している。

iii) 各根源事象が互いに独立であるとの仮定: この仮定が成立しない場合も勿論存在しうるが、その数は極めて少なく、この問題による計算の誤差は、付与された主観確率の精度に比して小さいものと考えられる。

iv) F.T.に表現されていない条件の存在: 本研究における適用例は一般論としての交通量抑制策の検討を行、たものであり、全ての評価要因がF.T.に組み込まれているわけではない。例えば政策実施に要する費用や労力等は十分には検討されていない。実際にある都市で政策を実施する場合には、本方法によって明示された論理構成を再検討し、どの根源事象が不足しているか、あるいはどの実現確率が現実には適合しないかのチェックをおこなえばよい。

【参考文献】 1) 行待武生; 「Fault Tree analysisと人間工学, I, II, III」, 人間工学, Vol. 12, No. 5, Vol. 13, No. 12, Vol. 13 No. 6, 1976~1977 2) 内閣総理大臣官房交通安全対策室; 「都市交通量抑制総合調査報告書, 昭和51, 52, 53年度」