

1. はじめに

公共土木事業の規模拡大に伴い、その地域社会への影響は大きいものとなっているばかりでなく、影響範囲も狭義のいわゆる環境から、経済的環境、社会的環境へと非常に大きなものとなっている。従って公共土木事業の影響評価も、従来の経済評価、自然環境といった個別領域におけるものばかりでなく、より広い形での総合評価を行うことが社会的に要請されている。このような要請のもとに例えば社会指標、環境アセスメント、社会影響評価 (Social Impact Assessment; SIA) などの様々な手法、概念体系が提案されている。

ここでSIAとは、ある政策の地域社会への総合的影響を主として地域住民の立場からの主観的な評価を得ようとするもので、¹⁾ この中ではQOL (Quality of Life) 概念が重要な役割を果たしている。QOLとは、「人々 (集団及び個人) の安寧 (well-being) ならびに人々が生活している環境そのものの安寧 (well-being)」と定義されている概念であり、²⁾ 個人の意識的・心理的・主観的側面を重視しつつ、人間の社会的生活をとり囲む環境に着目して社会的暮らしやすさとか生活のしやすさを表現するものであると考えられよう。³⁾ このようにSIAにおいては政策的住民参加 (Residential Involvement) が不可欠となっている。SIAの 図-1 住民参加の手続きの一例

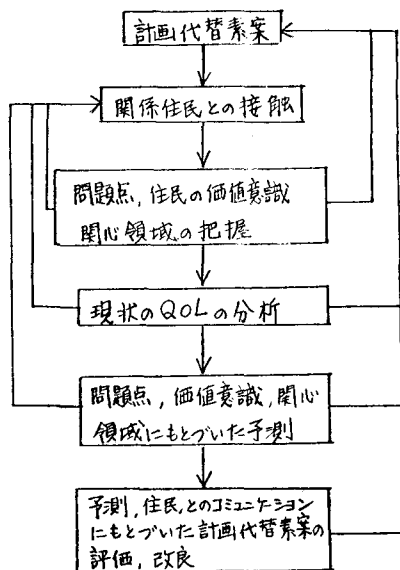
ための住民参加の方法の1例を図-1に示す。図-1からこの手順を遂行するためには、i) 関係住民の特定、ii) 住民の関心領域・価値意識の把握、iii) QOLの表現、分析、iv) 予測システムの確立、v) 計画代替案の評価システムの確立が重要となる。

上記の5つの項目全てについて言及することは筆者の能力を超えているのでSIAの手順を全てたどることはせずに、SIAにおいて有効であろう計画情報を与える方法について上記ii)、iii)、v)を中心に述べることにする。

2. 計画対象領域に対する認識構造と価値意識の関連性分析⁴⁾

住民の立場からの主観的な評価を行なうためには、住民の関心領域・価値意識を把握することが大前提であることはいうまでもない。また関心領域と価値意識を同時に促え、両者の関係性を分析することは、計画をめぐるコンフリクトを解決するための1つの情報を与える上で重要である。価値観の多様性にコンフリクトの原因を求めることは議論を水掛け論に導くことになり、価値意識をより現象面に近い計画対象領域に対する認識構造から説明することは、交渉・議論のためのテーブルを用意する上で重要であるからである。

本章における分析の手順は図-2に示す通りである。まず計画対象領域を記述する要素を設定し、これらの要素が計画対象領域全体の中でどの程度重要かを質問する。この調査結果に、調査対象者と変数、各要素とサンプルとみなして因子分析を施す。因子分析の結果、因子負荷量を用いて調査対象者のグループングができるとともに、因子得点を用いて各グループ構成にどの要素が寄与しているのを知ることもできる。即ち、各価値意識類型の特徴が抽出できる (価値意識の分析)。次にDEMATEL法を用いて、要素間の影響-被影響関係を総合影



響行列として把握する。総合影響行列は計画対象領域

域において各要素がどのような関係にあるか、即ち、調査対象者の計画対象領域に対する認識構造を表現していると考えられる。この総合影響行列に、影響する側をシナフル、影響される側を変数とみなして因子分析を施す。このとき因子負荷量は各要素の影響のされ方の類似性を示し、その軸の因子得点の大きい要素はそのパターンにおける影響力が高いことを示している(認識構造の分析)。そして両者から得られる因子得点に正準相関分析を施すと、価値意識と認識構造の連関性が把握できる。表-1に茨城県日立市における交通問題に本分析と適用した結果を示す。正準変量Ⅰはクルーフ3を他から区別し、正準変量Ⅱはクルーフ2を他から区別する変量であることがわかる。クルーフ3は幹線道路における渋滞解消を非常に肯定的に評価しているクルーフであり、マストラへの転換政策、生活道路への通過車両侵入規制には中庸の評価を下している。これは渋滞解消のために設定された政策代替案の効果をやや過大に把握しているが、生活道路における交通問題に関する認識が不十分であることによる。一方、クルーフ2は持家政策を肯定的に評価している唯一のクルーフである。この原因として、持家政策による足無団地の発生、自動車通勤の発生、交通問題の発生という持家政策の弊害に対する認識が不十分であることが表から読みとれる。このように、価値意識を計画対象領域などの部分とどのように見ているかという認識から説明することはある程度可能であり、計画をめぐるコンフリクト解決のための情報を与えることになる。

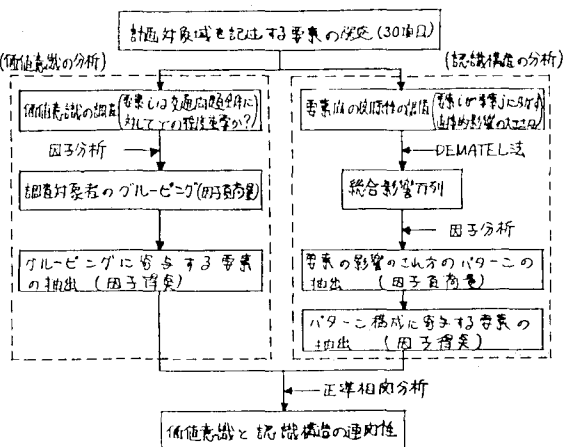


図-2 連関性分析の手順

変数		正準変量		I	II
価値意識の種類	○:肯定的評価 ×:否定的評価	マストラへの転換政策	生活道路への通過車両侵入規制		
		クルーフ 1	クルーフ 2		
		クルーフ 2	クルーフ 3		
		クルーフ 3			
認識構造	バス問題			0.41	0.47
	生活道路での交通問題			0.46	-0.84
	政策代替案(渋滞解消)の効果			0.79	0.24
	持家政策と宅地開発の関係				
	道路不足による交通問題				
	持家政策の弊害				
	自動車増加による交通問題				
正準相関				0.87*	0.79*

* 1%有意

表-1 正準相関分析結果

図-3 分布モデルの概念。住民の環境に対する評価は多様であるといわれている。この原因として①に、住民をとりまく生活環境を構成する個人の評価要因に対する価値観、重要度が多様であること、②に個人の評価要因に対する満足度が多様であることがあげられる。さらに満足度が多様であるとは、住民1人1人に対して例えば騒音レベルが一定でないように環境のレベルが異なっていること、及び客観的指標値を満足度に変換するときのいわゆる効用曲線が個人毎に異なっていることの2つに分解できる。

3. 住民評価の多様性を表現するモデル(分布モデル)⁵⁾

住民の環境に対する評価は多様であるといわれている。この原因として①に、住民をとりまく生活環境を構成する個人の評価要因に対する価値観、重要度が多様であること、②に個人の評価要因に対する満足度が多様であることがあげられる。さらに満足度が多様であるとは、住民1人1人に対して例えば騒音レベルが一定でないように環境のレベルが異なっていること、及び客観的指標値を満足度に変換するときのいわゆる効用曲線が個人毎に異なっていることの2つに分解できる。

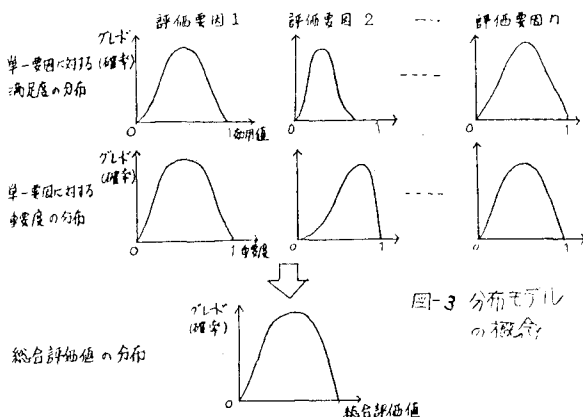


図-3 分布モデルの概念

従来の評価モデルでは、価値意識及び環境特性によって住民をグループ化し、各グループの中で平均的個人という概念を採用してこのような多様性を表現しようとしてきた。しかし、平均的個人の存在が未確認であり、また仮に存在しても平均的個人の類型数の設定に際して恣意性が排除できない等の問題を有していた。分布モデルは環境に対する住民の主観的評価を従来のモデルのように平均値的に表わすものでなく、評価の多様性を分布として表現することを目的として開発したものである。満足度の分布は最高レベルを1、最低レベルを0として横軸にとり、縦軸には後述する確率論的モデルではあるレベルである確率を、Fuzzy 論的モデルではあるレベルに属するトレードをと、各々確率密度関数、メンバーシップ関数によって表現している。重要度の分布も最高に重要を1、全く重要でないを0として、満足度と同様各々確率密度関数、メンバーシップ関数により表現している。分布モデルは、総合評価値と各評価要因との関係を重み付線形和によって表現し、各評価要因の満足度、重要度の分布から、直接的に総合評価値の分布形を求めようとするものである(図-3)。

分布モデルの基本式は次に示すように重み付線形和である。

$$r_i = f(z_i) = \sum_j w_j r_{ij} / \sum_j w_j$$

ただし r_i : 代替案 i の総合評価値 ($i=1, 2, \dots, N$)

j : 評価要因番号 ($j=1, 2, \dots, n$)

w_j : 評価要因 j の重要度, $0 \leq w_j \leq 1$ ($j=1, 2, \dots, n$)

r_{ij} : 代替案 i の評価要因 j 上での評価値

$0 \leq r_{ij} \leq 1$, ($i=1, 2, \dots, N$, $j=1, 2, \dots, n$)

$z_i = (w_1, w_2, \dots, w_n, r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) \in R^n$

満足度、重要度の分布形を総合評価値の分布形に結合する方法として、Fuzzy 論的モデル、確率論的モデルを開発した。Fuzzy 論的モデルは次式で表現できる。

$$\mu_{r_i}(r_i) = \max_j \min [\mu_j(w_j), \lambda_{ij}(r_{ij})] \quad S = \{z_i: f(z_i) = r_i\}$$

ここで、 μ_{r_i} , μ_j , λ_{ij} は各々 r_i , w_j , r_{ij} の分布形を表現するメンバーシップ関数である。Fuzzy 論的モデルは以下のように解釈することができる。

(i) Fuzzy 論的モデルを集団に適用する場合 $\times$

メンバーシップ関数が満足度、重要度のある値に対して、どの程度人々が賛意を表明しているかを示していると考え、モデルの min max 操作は総合評価値をある値 r_i にすることに反対している人々を最小、つまり最大の同意をとりつけるものであると解釈できる。この意味で Fuzzy 論的モデルの集団的意志決定問題への応用は大きいと考えられる。

(ii) Fuzzy 論的モデルを個人に適用する場合

メンバーシップ関数が満足度、重要度のある値を、どの程度の確からしさである個人がとるのかを示しているとする、モデルによって決定される組合せは r_i という値をとる蓋然性が最も高いものであると考えることができる。

次に確率論的モデルは次のように定式化できる。

$$P_{r_i}(r_i) = \int_S p_j(w_j) q_{ij}(r_{ij}) ds \quad S = \{z_i: f(z_i) = r_i\}$$

ただし、 P_{r_i} , p_j , q_{ij} は各々 r_i , w_j , r_{ij} の分布形を表現する確率密度関数である。

分布モデルを住宅地環境評価へ適用した結果の1例を図-4、5に示す。用いたデータは有効サンプル数771

番号	質問内容
1	居住地周辺の緑地・空地の広さ
2	公園・運動場・子供の遊び場等の広さ・使い易さ
3	日用品の買物の便利さ
4	交通の便利さ
5	娯楽サービスの質
6	幼稚園・保育園の施設
7	小・中学校の施設内容・数と総合性
8	居住地周辺の緑(自宅の近辺)
9	図書館・公民館等の文化施設の利用しやすさ
10	老人福祉施設・心身障害者福祉施設の数
11	総合評価
12	火災
13	震災
14	交通事故
15	日当たり・風通し
16	雨水等の排水
17	騒音・振動
18	大気汚染
19	臭気
20	テレビの映り方
21	周辺の夜店の明るさ
22	河川等の汚染

表-2 評価要因(満足度)

Case 番号	評価要因の番号			
Case I	1	3	7	17
Case II	1	3	9	17

表-3 評価要因の組合せ

のアンケート調査であり、住宅地環境を構成する要因として表-2に示す21個の項目に対する満足度及び重要度に関する質向群から調査表は構成されている。この21の評価要因から統計的手法により分布モデルに課せられた種々の条件を満たす最適の要因の組合せを表-3のように設定した。図-4、5においてCase I、Ⅱとは表-3に対応したものであり、アンケートとは総合評価を導ける質向の回答結果から描かれたパターンを示している。

図から以下のことが明らかとなる。

- ① Fuzzy 論的モデルの方が回答パターンに比較的近い。
- ② 分布の頂点付近におけるアンケート結果からのずれは評価要因の組合せによって生じるものであるが、同じ組合せでも確率論的モデルの方がずれが大きい。
- ③ 確率論的モデルにより計算された分布形はアンケート結果に比べて総合評価値の高い方に片寄っており、計画情報としては危険側である。

なお、これらの傾向は最適な評価要因の組合せを求める過程で現れた全ての評価要因の組合せにおいて見い出されている。

従って、Fuzzy 論的モデルの解釈上の特徴とも考え合わせて、現時点ではFuzzy 論的モデルの方が有用であると考えている。

4. 住民参加を念頭にいた計画代替案の評価方法⁶⁾

住民参加による計画代替案の評価を行うためには、多様な主体間に十分なコミュニケーションが確保でき、しかも各主体が各々の多様性を相互認識しあうことが不可欠である。この二つの条件を満足する評価システムの1つとして、F.T.A (Fault Tree Analysis) を用いたブレーン・ストーミングによる方法を開発した。F.T.A. 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、その防止対策を表現するものである。ここで提案する評価手法は、F.T.A. を利用してブレーン・ストーミングを行ない、その過程で計画代替案の改良、各主体間のコミュニケーションの確保ならびに各主体の相互理解の一助としようとするものである。

F.T.A. によるブレーン・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-----計画代替案は種々の政策の複合体として形成されるが、各政策の目標事象Xの実現のために必要な各種条件をブレーン・ストーミングを行ないながら、図-6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の実現のためには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Xの実現のためにはAまたはE₆の実現が必要であることを示している。なお、これ以上は分割できない事象(図-6におけるE₁~E₆)を根源事象と呼ぶ。

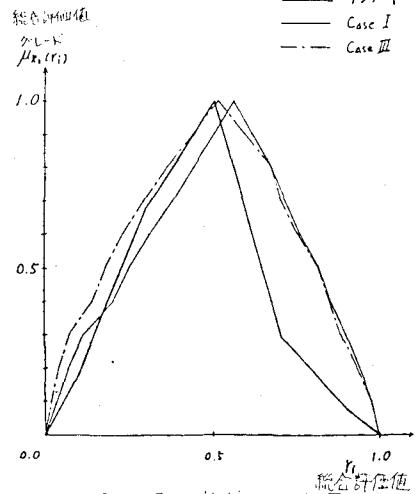


図-4 Fuzzy 論的モデル(4要因)

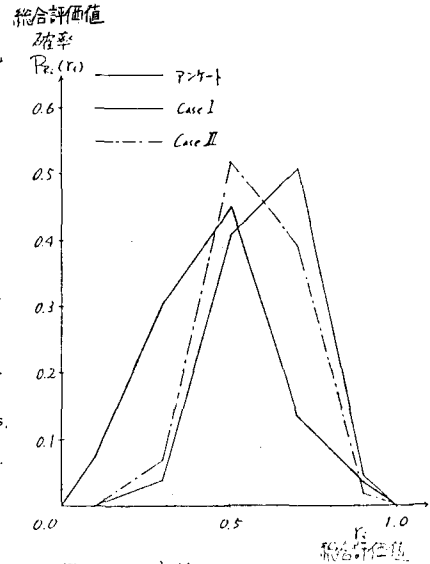
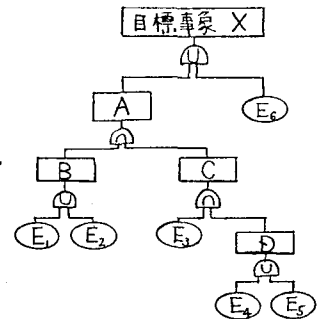


図-5 確率論的モデル(4要因)

図-6 F.T.



STEP-2: F.T.のネットワーク表現……F.T.に含まれるANDゲートと並列のリンク、ORゲートを直列リンクに置換すると、F.T.は最終的には根源事象だけのネットワーク(図-7)として表現される(s-セググラフ)。s-セググラフでは、根源事象が実現し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それから至る全ての経路(パス)が切断されることと同義になる。s-セググラフにおいては重要政策課題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になる。

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)の切断可能主観確率の設定

STEP-5: 根源事象の実現主観確率の設定

STEP-6: 目標達成確率、パス切断確率、根源事象実現確率の関係の検討
……今、事象 $A_i(i=1,2,\dots,n)$ の和事象を $\bigcup A_i$ 、積事象を $\bigcap A_i$ 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-8)。

$$P(\bigcap A_i) = \prod P(A_i), \quad P(\bigcup A_i) = 1 - \prod [1 - P(A_i)]$$

STEP-7: 各主観確率についての討議……ある個人(主体)の与えた前記3種の主観確率は、上述の確率の関係式を満足せず、又個人(主体)により各主観確率は異なっている。確率の関係式を満足するように主観確率の変更を繰り返して行うことによって、その個人(主体)の政策に関する認識が精緻化される。また個人(主体)間の差異について討議を行う過程で、個人(主体)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になる。

STEP-8: パスとカットセ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

本方法の利点として、i)系統的に政策実施のための条件や補完政策を列挙でき、かつこれがフーレン・ストーミングを通してなされるので主体間の政策に対する認識の差異が明示化されること、ii)F.T.およびs-セグ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(主体)間の認識、評価構造の差異が明確化されること、v)重要政策課題が明示され、代替案改良に対して有用な情報を与えること、があげられる。しかしながら、いくつかの問題点も存在する。以下にこれらの問題点と本小論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のみに着目して、重要政策課題抽出に役立てている。一般に政策評価、特に住民参加による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……”という文章表現で済まされてきた主観的判断による総合化の過程をF.T.、s-セググラフ及び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。

図-7 F.T.のネットワーク表現

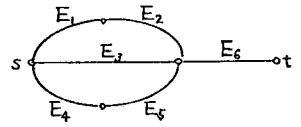
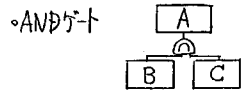
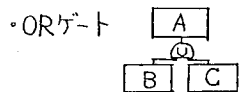


図-8 ANDゲートとORゲート



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



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

ただし、事象B,Cは独立とする。

- ii) ANDゲート & 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投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ちろん存在しうが、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。また、根源事象間の独立性を仮定しないFuzzy論理による定式化も可能である。
- 以上のような問題点は存在するが、ここで述べた方法は住民参加によるSIAの最終的段階を構成する計画代替案の評価及び改良には有効であると考ええる。

5. おわりに

紙巾の関係上、本小論で提案した3つの手法の細い欠点については触れることができなかった。欠点を克服しこれらの手法をさらに精緻なものにする努力は続けられなくてはならない。しかしより大きい今後の課題としては、SIAという1つのプロセスあるいはSIAを含む計画プロセスにおける計画情報を作成するサフシステムとしてこれらの手法を位置づけるとき、これらの手法をどのように位置づけ、どのように効率的に利用していくかという問題が残されている。具体的には、手法のアウトプットである各種計画情報の精度をどのようにして適合させるかという問題、図-1に示すようにこれらのプロセスは多重のフィードバックループを含むものであるが、これらのフィードバックループを円滑に作動させるためには、どのような手法の構成及び計画情報の接合方法が妥当かという問題である。また、計画プロセス、SIAのプロセスは対象プロジェクトによつて多種多様であり、汎用性のあるプロセス論をどう展開していくかという問題もSIAにおいては住民の主観的评价が不可欠であるがこの主観的评价における不確実性の問題等、非常に重要な問題が未解決のものとして残されている。これらについては、今後とも取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) Wolf, C.P. "Social Impact Assessment", Dowden Hutchinson & Ross, Inc., 1975
- 2) EPA, "The Quality of Life Concept", 1973
- 3) 萩原勝, "日本人のクオリティオブライフ", 至誠堂, pp.2~4, 1978
- 4) 石田, 柳川, "都市交通管理計画に対する住民意識の分析", オ14回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp.181~186, 1979
- 5) 石田 幸生, "Fuzzy代数を用いた総合評価に関する基礎的考察", オス回土木学会研究発表会講演集, pp.214~216, 1980
- 6) 森地, 石田, 若月, "Fault Tree Analysisを用いたフレーン・ストロミングの適用性について", オ34回土木学会年次学術講演会概要集, 4部, pp.272~273, 1979