グラフモデルによるコンフリクト分析手法に関する研究

岐阜大学　正員　　宮城俊彦
岐阜大学　正員　　鈴木崇児
岐阜大学　学生員　○市川　昌

1.はじめに

高速道路の建設計画など土木計画に関する立案に際して、事業主体と住民、住民同士の利害関係の対立から計画が進展しないケースが数多く見られる。このようにお互いの利害を追求することによって起こる対立を「コンフリクト」という。このような状況のもとで何らかの解決策を見つけだすためには、双方の利害関係を明確にし、対立の本質的な構造を把握することが重要となってくる。

この観点から本研究では、住民同士の対立の状況「コンフリクト」を“ゲーム理論”の立場から分析し、グラフモデルによって各主体の対立構造を明確に表現し、解決の糸口を見いだすための手法を提案することを目的とする。

2．地域計画における問題の構造化

地域計画は、複雑な社会システムにおける問題複合体として捉えることができる。地域計画に関わる各グループの利害関係、計画案に対する種々の不確実性を把握することは、計画案策定における重要なプロセスとして位置づけられる。従来より、社会問題を構造化する手法として、ISM法、DEMATEL法、AIDA等が考えられてきた。

その中でも本研究の対象とするコンフリクト分析に有用な構造化手法はISM法である。ISM法を簡単に説明すると以下のようである。[1] 今、意思決定に関連する要素あるいは状態の集合を$S=\{s_1, s_2, \cdots s_n\}$とする。集合Sには二項関係Rが定義されているものとする。すなわち、要素s_iと要素s_jが直接関係しているならば$s_i R s_j$と表し、グラフ的にはノードs_iとs_jが有向リンクで結ばれる。すべての要素（状態）間の関係は2値行列A（隣接行列）で表現することができる。隣接行列に単位行列を加えることによって、可達行列Tが作成される。

$$T=(A+I)^{r+1}$$

要素間の到達関係を調べることによって多階層有向グラフを得ることができる。例えば図1（a）の2値関係グラフにこの操作を施して得られる階層グラフが図1（b）である。

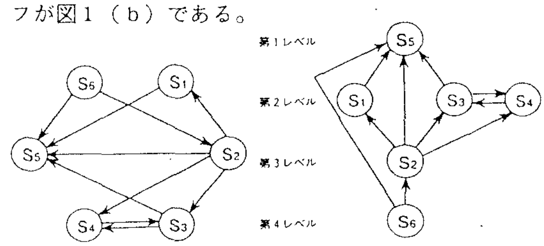

図1 (a) 二項関係の有向グラフ表示　　図1 (b) レベル分割された有向グラフ表示

以下のコンフリクト分析では、このような状態間の階層化グラフを用いて評価を進める。

3．対立構造を明確にする手法

コンフリクトにおけるグラフモデルは、有向グラフの集合と利得関数によって構成される。

ここでコンフリクトにおいて想定される一つ一つの状況を「状態」と呼ぶ。有向グラフは、各プレーヤーの到達可能な動きを表したもので、起こり得る状態の相互関係を把握することができる。利得関数はプレーヤーの状態の価値を測るものであり、序数的なランクによって表される。また、選好ベクトルを形成することができる。

このグラフモデルにより対立構造を明確に表現することができ、それと同時に各プレーヤーがどの様な状態で落ち着くであろうかを予測していくことができる。

グラフモデルを用いることにより様々なタイプの均衡解を得ることができるが[2]、ここでは、地域へ応用していく上で最も有用と思われるLimited-Move Stability(LMS)に従って、安定分析を行っていくこととする。LMSの概念は次のように説明できる。意志決定をする際、現状kで始まる自分の動きとそれに対する相手の動きを考慮した上で、その次の自分の到達可能な状態までを考えた時、その自分の利得が最大になるように行動をとる。利得が上がれば現状

ｋから動きたいので、ｋは不安定な状態になる。逆に、利得が下がれば現状ｋから動く必要はないので、ｋは安定となる。この考えのもとで、各状態が落ちつくであろう状態を導く。ここで、Ｇ（ｉ，ｋ）はプレーヤーｉが最初の状態ｋで始まったときの最終的に落ち着く状態を表す。そして、次の（１）を満たすときその状態ｋはプレーヤーｉに対し安定である。

Ｇ（ｉ，ｋ）＝ｋ　　　　　　　－（１）

また、（２）のときその状態は均衡である。

Ｇ（ｉ，ｋ）＝Ｇ（ｊ，ｋ）＝ｋ　－（２）

この概念のフローチャートを図２に示す。

1）現状ｋより（一回で）到達できる状態がないとき

G2(I,K) = K

2）現状ｋより（一回で）到達できる状態があるとき

現状ｋでのｉの利得P(i,k)と状態ｋ2でのｉの利得A2(i,k)の大小により決定される

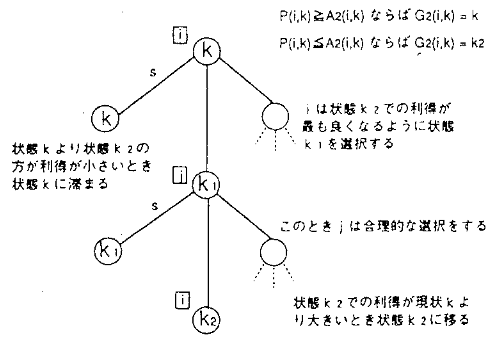

図２　Limited - Moveによるプレーヤーｉの状態ｋの安定分析

４.例題

ここでは、高速道路のＩ．Ｃ.建設問題を例にとりコンフリクト分析を行う。

ＡＢ両地域からなる市があり、この両地域を通過する高速道路がある。建設費は市の財政より出資される。Ｉ．Ｃ.を建設すると交通の便が良くなり、Ｓ．Ａ.を建設すると地域の産業を進出させることができる。建設費はＳ．Ａ.よりＩ．Ｃ.の方が大きく、地域における利得もＩ．Ｃ.の方が大きい。このとき各地域は次のように考える。

・両地域とも自分の地域にＩ．Ｃ.を建設したい。
・Ｉ．Ｃ.が建設できないなら、せめてＳ．Ａ.を建設したい。
・建設資金は共同出資であるため、自分の地域のみに建設する事を望む。
・相手地域のみに建設することは現状とさほど変わりはなくそれによって得られる利得は小さい。
・両方にＩ．Ｃ.を建設することは費用がかかりすぎるため、この状態は避けたい。

このような背景のもとで想定される状態を表１に挙げる。ここでP_A、P_Bはそれぞれの利得を表す序数であり、数値が高いほど利得が大きいことを示すもので上記の条件設定に基づいて決定される。また有向グラフは、一度建設を決定したならばそれを取り消すことができないことを表現している。

表１.想定される状態と各地域の利得関数

state	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	I	I	N	N	S	S	N	I	S
B	I	N	I	N	S	N	S	S	I

P_A = {1, 9, 2, 5, 6, 7, 4, 8, 3}
P_B = {1, 2, 9, 5, 6, 4, 7, 3, 8}

※　IはI.C.建設を、SはS.A.建設を、Nは何も建設しないことを表す。

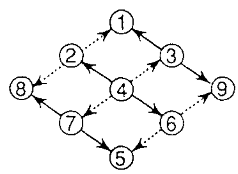

図３.各地域の有向グラフ

※ここで実線はＡ地域の、破線はＢ地域の有向グラフを表す。

ここで得られたグラフモデルに従って二手先まで考えた上での解を導く。

Ａ地域の安定状態　Ｇ（Ａ，ｋ）＝｛1,2,5,6,8,9｝
Ｂ地域の安定状態　Ｇ（Ｂ，ｋ）＝｛1,3,5,7,8,9｝
均衡状態Ｇ（Ａ，ｋ）＝Ｇ（Ｂ，ｋ）＝｛1,5,8,9｝

状態１は事実上不可能な状態であると考えられる。また、プレーヤーは合理的な選択をするため、状態５を選択することは有り得ない。結局この場合コンフリクトが落ちつく状態は、状態８か９になる。LMS分析によれば、この例においては自分の利得をより良くするためには、相手より先に意志決定をすることが重要であるとの結論に至る。今後は、実際にとりあげられている土木計画にまで拡張し具体的な条件設定の下でコンフリクト分析を行っていく。

参考文献）1)椹木義一、河村和彦(1981)：参加型システムズ・アプローチ、日刊工業新聞社
2) Fang,Hipel,Kilgour(1964):Interactive Decision Making, Wiley Interscience