Ⅳ-160　社会基盤整備におけるコンフリクトの調整問題に関する基礎的研究

佐藤工業(株)　正　員　○荒添正棋
京都大学防災研究所　正　員　岡田憲夫
京都大学大学院　学生員　谷本圭志

1　はじめに　社会基盤整備に際しては複数主体間の利害調整が極めて重要な問題である．この利害調整過程をモデル化し数理的に解析する手段の１つとしてメタゲーム理論に基づくコンフリクト解析法がある．本研究は，この解析法の実用性を向上させるために，選好性の不確実性を考慮した上での解の安定性を検討するための手法（アルゴリズム）を構築する．コンフリクト解析法はもともと均衡解を求める安定性分析を行うために，プレイヤーの選好ベクトルが確定できていることを大前提としている．従って，選好性に不確実性が伴うと考えられる場合には，考え得る全ての選好ベクトルのパターンを特定し，その都度安定性分析を行い，解の安定性を確かめることで感度分析を間接的に行うことが一般的に行われてきた．しかしこの方法では，分析者は生起し得ると考える全ての選好ベクトルのパターンを特定しておくことが必要である．そこには恣意性が多く含まれる可能性が存在する．また，起こり得るパターンを見落とす可能性もある．そこで本研究では発想の転換を行い，解が変化しないことを保証する選好性の許容変動範囲を逆に特定しておく手法(感度分析法)を提示する．つまり，選好性に不確実性が存在したとしても，ある想定(初期設定)の下で初期的に求められた解が妥当である選好性の許容変動範囲について解析法を構築する．

2　コンフリクト解析の感度分析法　本研究では，2人ゲームとし，コンフリクトの分析者をプレイヤーの１人である当事者自身とする．また自身の選好性は明確に認識が可能であるが，相手プレイヤーの選好性には自身が認識できる情報の量，質によって不確実性が伴うことに着目する．つまり分析者は選好性について認識可能範囲(自身の選好性は正確に認識でき，相手プレイヤーの選好性には不確実性が伴っているという条件)の下で，選好ベクトルを初期設定する．この選好ベクトルを用いて安定性分析を行う．その上で，求めた解が変化しない相手プレイヤーの選好性の許容変動範囲を数理的に求める手法(感度分析法)を構築する．この手法は以下の４つの手順からなる．

まずプレイヤー１を分析者とする．またプレイヤー１の選好ベクトルを $q_1, q_2, \cdots, q_n$ とする ($q_1 \succ q_2 \succ \cdots \succ q_n$)．さらに各行列を表1のように定義する．以下「制約条件」とは,「プレイヤー２の選好ベクトルの制約条件」を意味することとする．

手順1　プレイヤー1，プレイヤー2がある事象 q_k において一方的な戦略変更を行うとき，事象の推移を表すマトリックスをそれぞれ，連続マトリックス $\mathbf{X}_{q_k}$，変形型連続マトリックス $\mathbf{Y}_{q_k}$ とする．この $\mathbf{X}_{q_k}, \mathbf{Y}_{q_k}$ はそれぞれ $\mathbf{X}_{q_k} = (\mathbf{A}_{q_k}\mathbf{R}_1^+)''\mathbf{R}_2, \mathbf{Y}_{q_k} = \{\mathbf{A}_{q_k}(\mathbf{R}_2 - \mathbf{E})\}''(\mathbf{R}_1^+ + \mathbf{E})$ で求められる

手順2　$\mathbf{X}_{q_k}, \mathbf{Y}_{q_k}$ を用いて各プレイヤー，及び各事象ごとの制約条件を求める．

表1　数学上の定義

$\mathbf{E}$	単位行列
$\mathbf{T}'$	$\mathbf{T}$ の転置行列
$\mathbf{T}''$	$\sum_{i=1}^{n} \mathbf{S}_{q_i}\mathbf{T}\mathbf{A}_{q_i}$
(n,n) 行列 $\mathbf{A}_{q_k} = [a_{ij}]$	$a_{kk} = 1$ であり、それ以外の要素は0となる行列
(n,n) 行列 $\mathbf{B}_{q_k} = [b_{ij}]$	$b_{11} = 1, b_{22} = 1, \cdots, b_{kk} = 1$ であり、それ以外の要素は0となる行列
(n,n) 行列 $\mathbf{C}_{q_k} = [c_{ij}]$	$c_{kk} = 1, c_{k+1k+1} = 1, \cdots, c_{nn} = 1$ であり、それ以外の要素は0となる行列
(n,n) 行列 $\mathbf{D}_{q_k q_l} = [d_{ij}]$	$d_{kl} = 1$ であり、それ以外の要素は0となる行列
(n,n) 行列 $\mathbf{S}_{q_k} = [s_{ij}]$	$s_{k1} = 1, s_{k2} = 1, \cdots, s_{kn} = 1$ であり、それ以外の要素は0となる行列
(n,n) 行列 $\mathbf{R}_1^+ = [r_{ij}^1]$	プレイヤー1が q_i から q_j へUIをもっているなら $r_{ij}^1 = 1$ 、 それ以外の要素は0となる行列
(n,n) 行列 $\mathbf{R}_2 = [r_{ij}^2]$	プレイヤー2が q_i から q_j へUMをもっているなら $r_{ij}^2 = 1$ 、 それ以外の要素は0となる行列

1. 初期条件においてある事象q_kがUである場合,
   (a) プレイヤー1が先に戦略変更を行ったときのプレイヤー1がuであるための制約条件を次のように求める.
      I. $\mathbf{X}q_k = 0$ならばプレイヤー2にいかに制約条件をつけても事象q_kはrである.
      II. I でないならば, $i = 1, \cdots, n$ について $(\mathbf{X}_{q_k}\mathbf{B}_{q_k})'\mathbf{A}_{q_i} \neq 0$ かつ $(\mathbf{X}_{q_k}\mathbf{C}_{q_k})'\mathbf{A}_{q_i} = 0$ となるiが1つでも存在するならば, 制約条件を与えなくてもuである.
      III. II でないならば, $i = 1, \cdots, n$ について $(\mathbf{X}_{q_k}\mathbf{C}_{q_k})'\mathbf{A}_{q_i} \neq 0$ のとき, $(\mathbf{X}_{q_k}\mathbf{C}_{q_k})'\mathbf{A}_{q_i} = [\alpha_{ij}]$ が制約条件の1つとなる. ただし$\alpha_{ij} = 1$なら制約条件$q_i \prec q_j$をもつことを示す.
   (b) プレイヤー2が先に戦略変更を行ったときのプレイヤー2がuであるための制約条件は次のように求められる.
      I. $\mathbf{Y}_{q_k} = 0$ならばプレイヤー2にいかなる制約条件をつけても事象q_kはrである.
      II. Iでないならば, $i = 1, \cdots, n$について $\mathbf{D}_{q_k q_i}\mathbf{Y}_{q_k} \neq 0$ のとき $\mathbf{D}_{q_k q_i}\mathbf{Y}_{q_k}$が制約条件の1つとなる.
2. 初期条件においてある事象q_kがEである場合,
   (a) プレイヤー1が先に戦略変更を行ったときのプレイヤー1がrまたはsであるための制約条件は次のように求められる.
      I. $\mathbf{X}_{q_k} = 0$ならば制約条件なしに事象q_kはrである.
      II. I でないならば (n, n) 行列 $\mathbf{X}_{q_k} = [x_{ij}]$,$\mathbf{I}_i = \{q_i \prec q_j \mid x_{ij} = 1, j > k\}$ とすると制約条件は $\mathbf{J} = \mathbf{I}_1 \times \mathbf{I}_2 \times \cdots \mathbf{I}_n$ となる. ただし×は直積とする.
   (b) プレイヤー2が先に戦略変更を行ったときのプレイヤー2がrまたはsであるための制約条件は次のように求められる.
      I. $\mathbf{Y}_{q_k} = 0$ならば制約条件なしに事象q_kはrである.
      II. Iでないならば(n, n)行列$\mathbf{Y}_{q_k} = [y_{ij}]$, $\hat{\mathbf{I}}_i = \{q_j \prec q_k \mid y_{ij} = 1\}$とすると制約条件は$\hat{\mathbf{J}} = \hat{\mathbf{I}}_1 \times \hat{\mathbf{I}}_2 \times \cdots \hat{\mathbf{I}}_n$となる.

手順3　手順2の結果に基づき, 各事象ごとの制約条件を求める.

1. 初期条件においてある事象q_kがUであるとき, 少なくともプレイヤーのどちらか一方がuであればよいので, 制約条件は手順2の(1)の(a)と(b)で求めた論理和となる.
2. 初期条件においてある事象q_kがEであるとき, 双方のプレイヤーが共にrまたはsでなければならないので, 制約条件は手順2の(2)の(a)と(b)で求めた論理積となる.

手順4　手順3より制約条件(感度分析結果)を求める. 全事象が初期条件のにおける安定性と一致するためには, 手順3で求めた各事象の制約条件の論理積によって得られる.

3　おわりに　本研究では当事者の1人をコンフリクトの分析者とした. しかし第3者がコンフリクトを分析する際, 双方のプレイヤーの選好性に不確実性が存在することが考えられる. このような第3者から見た選好性の不確実性と解の安定性について検討することも社会基盤の政策論上, 不可決である. このような点を踏まえて, 3人, 4人, n人ゲームに本研究を拡張していくことが今後の研究課題である.

[参考文献]

Fraser,N.M.,Hipel,K.W.:Conflict Analysis.Models and Resolutions,Series Volume 11,North-Holland,1984.

荒添正棋, 岡田憲夫, 谷本圭志 (1994):社会基盤整備におけるコンフリクトの調整問題に関する基礎的研究, 平成6年度, 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集