

コンフリクト解析を用いた代替案評価手法の開発

鳥取大学大学院 学生会員 ○菅原正人

鳥取大学工学部 正会員 谷本圭志

鳥取大学工学部 正会員 喜多秀行

1.はじめに

公共事業は住民や企業などの利害関係者に影響を与え、それらの主体を含んだコンフリクト(利害対立)がしばしば発生する。これを調整する一つの方策として第三者がこれまでに想定されていなかった新たな発生事象(以後、代替案と呼ぶ)を当事者に提案し、望ましい事象への誘導を図ることが考えられる。しかし、代替案の追加により、コンフリクトの構造がどのように変わり、その結果、第三者が想定していた事象に至るかは必ずしも容易に理解できるものではない。そこで、本研究では代替案が第三者にとって誘導したい事象となるためのコンフリクトの当事者の選好構造を、コンフリクト解析を用いて導出するためのアルゴリズムを開発する。そのアルゴリズムを用いることにより、第三者が提案しようとする代替案が安定的か否かを評価することが可能になる。

2.コンフリクト解析

コンフリクトにおいて意思決定する主体をプレイヤーと呼ぶ。プレイヤーはとりうるいくつかの行動を持ち、それをオプションと呼ぶ。プレイヤーのオプションの組み合わせを戦略と呼ぶ。本研究では二人ゲームに限定する。コンフリクト解析は、①コンフリクトの状況を明確化、②プレイヤーとオプションの設定、③選好順位の設定、④安定性分析のステップの順に行われる。④の安定性概念はいくつか提案されており、その代表として、ナッシュ安定(合理的安定)、連続型安定、同時安定がある。本研究では同時手番はないものと考え、ナッシュ安定と連続型安定のみを対象とする。当該の発生事象が任意のプレイヤーにとって、ナッシュ安定でも連続型安定でもない場合、その発生事象を不安定と呼ぶ。安定性分析の例として図1を用いて説明する。

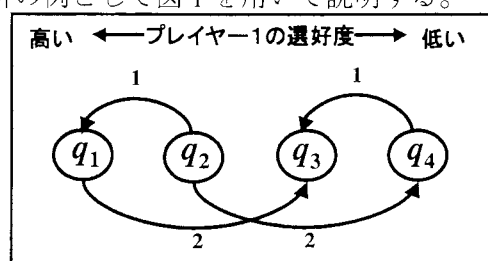


図1.プレイヤー1から見た安定性分析

図1 発生は事象の集合が $\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$ の場合を想定しており、左方に位置する発生事象ほどプレイヤー1にとっての選好度が高くなるように並べている。ここで図の上回りの矢印線はプレイヤー1の一方的改善(相手の戦略に変更がないことを前提とした、自身の戦略の変更)を表したもので、下回りの矢印線はプレイヤー2の一方的改善による発生事象の推移を表している。発生事象 q_1, q_3 はプレイヤー1にとって一方的改善を持たない。この場合、発生事象 q_1, q_3 はプレイヤー1にとって安定であり「ナッシュ安定」と言う。次に発生事象 q_2 はプレイヤー1の一方的改善により発生事象 q_1 に至るがプレイヤー2の「制裁」によって発生事象 q_3 へ移行する。発生事象 q_3 はプレイヤー1にとって、もとの発生事象 q_2 よりも選好度が低い。よって発生事象 q_2 は移行する動機を持たない。この場合、発生事象 q_2 はプレイヤー1にとって「連続型安定」と言う。最後に発生事象 q_4 はプレイヤー1の一方的改善により発生事象 q_3 に至る。この時、プレイヤー2による「制裁」がない。この場合、発生事象 q_4 はプレイヤー1にとって「不安定」と言う。以上はプレイヤー1の観点に立って分析を行ったが、プレイヤー2についても同様の分析を行う。そして、双方のプレイヤーにとって当該の発生事象が安定である場合、この発生事象は均衡解である。

ただし、コンフリクト解析は選好性に関する情報が完全である場合の分析方法である。

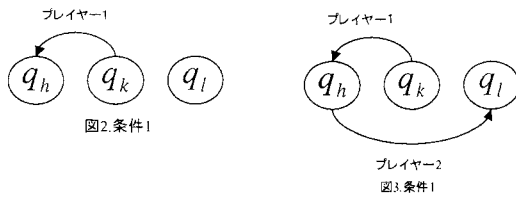
3.代替案の評価アプローチ

あるコンフリクトに代替案が追加された場合に増える発生事象に関する選好性の情報は基本的には不完全である。これに対処するための手法としてRobustness分析がある。この手法はプレイヤーの選好に関する認知が不完全なときに用いる分析であり、ある目星をつけた発生事象が均衡解になるためには、どのような選好関係が必要となるかを分析するものである。ここで、本研究が対象とする場面では、第三者は代替案を追加する前に生起可能であった発生事象の選好関係について、部分的な情報を保有して

いる。そこで、第三者が保有している情報を活用し、効率的に選好条件を導くためのアルゴリズムをRobustness分析をベースに構築する。

4.代替案の評価アルゴリズムの構築

本研究では当該の発生事象が不安定になるための選好条件をプレイヤー1を対象に導出する。二人ゲームにおいて、ある一つの目星をつけた発生事象(q_k)がプレイヤー1に関して不安定となる条件は次に表す二つの条件の場合である。



条件 1)プレイヤー1が発生事象 q_k から q_h に移行し、プレイヤー2の移行がない場合。(図2参照)

条件 2)プレイヤー1が発生事象 q_k から q_h に移行し、その後プレイヤー2の移行によって至った発生事象 q_l がプレイヤー1にとって q_k より選好度が高い場合。(図3参照)

これらの二つの条件を行列表現する。プレイヤーが発生事象 q_k から q_h に移行することを動機づける条件は次式のように表すことができる。

$$X^1(q_k, h) = A_{q_k} R^1 A_{q_h} \quad (1)$$

ここに A_{q_k} は次式で定義される。

$$A_{q_k} = \{a_{ij} \mid a_{ij} = 1 (i = j = k), a_{ij} = 0 (\text{else})\}$$

また R^1 は次式で定義される。

$$R^1 = \{r^1(k, h) \mid r^1(k, h) = 1 (q_h \in m^1(q_k)), r^1(k, h) = 0 (\text{else})\}$$

$$m^1(q_k) = \{(s_1, s_2) \mid q = (s_1, s_2), s_1 \in S_1\}$$

ここに、 S_i は任意のプレイヤー i の戦略集合で、任意の戦略を $s_i (\in S_i)$ で表している。

(1)式は図1, 2においてプレイヤー1が q_k から q_h に移行するための選好条件であり X の (k, h) 要素が1であればプレイヤー1は q_k よりも q_h を選好することを表している。図1においてプレイヤー2は発生事象 q_h から q_l に移行することによって選好度が改善されない。この選好条件は以下の行列 Y で求められる。ただし、 t は転置を表し、 Y の解釈は X と同様である。

$$Y^2(q_k, h, l) = (A_{q_h} R^2 A_{q_l})^t \quad (2)$$

よって次式が条件1のもとで発生事象 q_k がプレイヤー1にとって不安定であるための選好条件である。

$$\{X^1(q_k, h) \cup Y^2(q_k, h, l)\}^3 h, \forall l \quad (3)$$

同様に条件2は次式のように与えられる

$$\{X^1(q_k, h) \cup Y^2(q_k, h, l)\}^3 h, \forall l \quad (4)$$

ここに W は次式で与えられる。

$$W^1(q_k, l) = X^1(q_k, h) R^2 A_{q_l}$$

以上より発生事象 q_h, q_l に対して(3),(4)式を求めていき、その和集合をとることにより、発生事象 q_k がプレイヤー1にとって不安定となる選好条件を導出することができる。

5.事例分析

本研究では典型的なゲームの構造に代替案を追加してある発生事象が均衡解になるための条件を列挙した。下表は「Battle of the Sexes」ゲームを標準型で表したものである

		プレイヤー2	
		Opera	Movie
プレイヤー1	Opera	(2,1)	(0,0)
	Movie	(0,0)	(1,2)

このゲームに代替案としてPark(公園)を追加し、これをコンフリクト表記すると下表のようになる。

プレイヤー	行動	発生事象							
1	Opera	1	1	1	0	0	0	0	0
	Movie	0	0	0	1	1	1	0	0
	Park	0	0	0	0	0	1	1	1
2	Opera	1	0	0	1	0	0	1	0
	Movie	0	1	0	0	1	0	0	1
	Park	0	0	1	0	0	1	0	1
発生事象の英字表記		A	B	C	D	E	F	G	H

ここで発生事象Gに着目し、この発生事象が均衡解になるために成立していなければならない選好条件を下表に列挙した。

P1が先行									
Battle of the Sexes									
安定条件	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P1(G) > P1(A)	○			○	○				
P1(G) > P1(D)	○	○	○						
P1(G) < P1(A)		○	○			○	○	○	○
P1(G) < P1(D)				○	○	○	○	○	○
P2(A) < P2(B)	×					×	×		
P2(A) < P2(C)			○					○	○
P2(D) < P2(E)				—	—	—			
P2(D) < P2(F)					○	○	○	○	○
P1(G) > P1(B)									
P1(G) > P1(C)			○					○	○
P1(G) > P1(E)				○		○		○	○
P1(G) > P1(F)					○	○	○	○	○

○は満たさなければならない条件
—は既にわかっている情報
×はありえない条件

表の例として、P1(G)>P1(A)とはプレイヤー1にとって発生事象Aより発生事象Gの方が選好度が高いことを表している。

5.おわりに

本研究で構築したアルゴリズムを用いることにより、効率的に選好条件を導出することができた。