

プレイヤーの動機を考慮したコンフリクト解析

申請中 関西大学 中井 剛* NAKAI Tsuyoshi
01401144 関西大学 中井 暉久 NAKAI Teruhisa

1. 背景・目的

ゲーム理論の非協力ゲームの分野では Nash 均衡点という解の概念が広く用いられている。これは各プレイヤーが自分の利得の最大を目指して全員が均衡に達する点である。ただ Nash 均衡点には次の二つの問題点がある。

- (1) Nash 均衡点が社会的効率性(パレート性)と一致しない時には、現実のプレイヤーは Nash 均衡戦略を必ずしも取らず、多様な戦略選択をする。
- (2) Nash 均衡点が2個以上あるときには、Nash 均衡がプレイヤーの戦略選択における指針とはなり得ない。

(1)の社会的効率性ととの矛盾を解消する試みとして、戦略選択を頭の中での多段階思考の結果として捉えようとするメタゲーム分析、及びそれを改良したコンフリクト解析という手法があり、それにより安定均衡解というものも提唱されている。本研究では、コンフリクト解析に戦略選択の「動機」を導入することによって次のことを試みてみた。

- (i) プレイヤーの主観的あるいは潜在的(意識下の)意思を、そのプレイヤーが思っている相手のプレイヤーの動機に関する確率分布(以下動機分布)の形で理論の中に取り込む。
- (ii) 現実の戦略選択における多様性を説明する。(上記(1)の解決)
- (iii) コンフリクト解析から求まる複数の安定均衡解に対して差別化を行い、プレイヤーに戦略選択の方向性を示す。(上記(2)の解決)

2. 方法

- (1) 各プレイヤーの「動機」を考慮して、客観的に与えられた利得行列をそのプレイヤーの主観的利得行列に変換する。
- (2) 両者がお互いの動機を知っている場合について、両者の主観的利得行列を用いて、それにコンフリクト解析を適用して安定均衡解を求める。
- (3) 両者がお互いの動機を知らない場合には、両プレイヤーにおける全ての動機の対に対して安定均衡解を求め、動機分布を用いて各安定均衡解の実現確率を求め、それによりプレイヤーのとるべき戦略を決定する。

＜コンフリクト解析の安定均衡解の求め方＞

n 人より成るプレイヤー集合 N の各人が選択した戦略の対 $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ が安定均衡解であるとは、 N の任意の部分集合(グループ) S が x^* から戦略を変更(逸脱)しようとする動機を持たないことである。このことは次の2つの場合に起こる。

- (a) S の全メンバーが x^* の状態より大きな利得を期待できる「改善」が存在しない。
- (b) S にとって「改善」が存在しても、もしそれを実行すれば、 N の他の部分集合(グループ) S がさらに「改善」することによって、 S は x^* の状態より悪くはならず、 S の利得を x^* の状態より悪く(「制裁」)できる。

コンフリクト解析では、この安定均衡解を求める手順を提示している。

プレイヤーが戦略を選択する場合の動機としていろいろなものが考えられる。我々が本研究で用いた動機は以下の6つであ

- | |
|-------------------------|
| ① 自分の利得の最大化 |
| ② {(自分の利得)-(相手の利得)}の最大化 |
| ③ 相手の利得の最小化 |
| ④ 勝つ確率の最大化 |
| ⑤ 利得総和の平均に近づける |
| ⑥ 両者の利得の和の最大化 |

る。

本研究ではプレイヤーは上記6種類の動機をいずれか1種類を持つこととする。各プレイヤーは自分の動機はわかっているとしても、他のプレイヤーの動機はわからないことが多い。その場合、プレイヤーは他のプレイヤーの動機分布を予想する。

3. 具体例 “両者がお互いの動機を知っている場合”

チキンゲームの利得は次の表1である。

表1. チキンゲームの利得行列

Player	戦略	若者2	
		避ける	避けない
若者1	避ける	3, 3	2, 4
	避けない	4, 2	1, 1

これを従来のコンフリクト解析で解くと安定均衡解は1行1列、1行2列、2行1列である。

ここで、Player1自身の動機を「自分の利得の最大化」、Player2自身の動機を「勝つ確率の最大化」に設定する。これによってプレイヤーが主観的に考えている利得行列は次の表2のように変換される。

この表の「Player1」、「Player2」はそれぞれ「若者1」、「若者2」で、「a」、「b」はそれぞれ「避ける」、「避けない」で、各戦略の対をそれぞれ aa , ba , ab , bb とする。これの Nash 均衡点は2行1列 (ba)、1行2列 (ab) で、パレート最適点は aa, ba, ab である。これをコンフリクト解析で解くと安定均衡解は aa, ba, ab である。一見、安定均衡解は Nash 均衡点とパレート最適点との共通部分の ba, ab であると考えられるが、結果

aaにおいて両プレイヤーは同時に「改善」することを拒むため結果的に安定均衡解になる。これを同時安定という。以上が「両者がお互いの動機を知っている場合」の一例である。

表2. 利得変換後のチキンゲーム

Player	戦略	2	
		a	b
1	a	3, 1	2, 2
	b	4, 1	1, 1

次にすべての動機の対についてコンフリクト解析で解いた安定均衡解を表3に示す。

表3. チキンゲームにおける全ての動機の対の安定均衡解

Payer1 \ Player2	動機①	動機②	動機③
	動機①	{aa,ba,ab}	{ab}
動機②	{ba}	{aa,bb}	{bb}
動機③	{ba}	{bb}	{bb}
動機④	{aa,ba,ab}	{ab,bb}	{ab,bb}
動機⑤	{ab}	{ab}	{ab}
動機⑥	{ba,ab}	{ab}	{ab}
Payer1 \ Player2	動機④	動機⑤	動機⑥
	動機①	{aa,ba,ab}	{ba}
動機②	{ba,bb}	{ba}	{ba}
動機③	{ba,bb}	{ba}	{ba}
動機④	{ba,ab,bb}	{ba}	{ba,ab}
動機⑤	{ab}	{aa}	{aa,ab}
動機⑥	{ba,ab}	{aa,ba}	{aa,ba,ab}

4. 両者がお互いの動機を知らない場合

先程の動機を例にして説明する。まずは Player1 の立場で考える。つまり、Player1 の動機は「自分の利得の最大化」で、Player2 は上記 6 種類の動機のうちどれか 1 つを選択するが、Player1 はそのどれかは知らないと次のようにおくことにする。

Player1 が思っている均衡解の実現確率は

$$\{aa((p_{21} + p_{24})/A_2), ba((p_{21} + p_{24} + p_{25} + p_{26})/A_2), ab((p_{21} + p_{22} + p_{23} + p_{24} + p_{26})/A_2), bb(0)\}$$

$$(A_2 = 3p_{21} + p_{22} + p_{23} + 3p_{24} + 1p_{25} + 2p_{26})$$

となる。ここで、確率分布は一様分布 (全ての確率が等しい) としてみる。即ち、 $p_{21} = \dots = p_{26} = 1/6$ である。これを上記の均衡解の実現確率に当てはめると Player1 が思っている均衡

解の実現確率は次のような結果になる。

$$\{aa(2/11), ba(4/11), ab(5/11), bb(0)\}$$

これから Player1 は戦略 a を選択することで 7/11、戦略 b を選択することで 4/11 という均衡解の実現確率を得ることができる。つまり、Player1 は戦略 a を選択すれば良いということになる。

- ① 自分の利得の最大化 (p_{21})
- ② {(自分の利得)-(相手の利得)}の最大化 (p_{22})
- ③ 相手の利得の最小化 (p_{23})
- ④ 勝つ確率の最大化 (p_{24})
- ⑤ 利得総和の平均に近づける (p_{25})
- ⑥ 両者の利得の和の最大化 (p_{26})

$$\sum_{n=1}^6 p_{2n} = 1$$

同様に Player2 の立場 (動機「勝つ確率の最大化」) で考えてみると結果は、

$$\{aa(1/13), ba(5/13), ab(4/13), bb(3/13)\}$$

になる。これから Player2 は戦略 b を選択すれば良いということがわかる。全ての動機を考慮すれば、各 Player の選択すべき戦略は次の表4にまとめることができる。

表4. 各 Player の選択すべき戦略

	動機	均衡解となる確率の大小	選択すべき戦略
Player1 Player2	①	$a > b$	a
	②	$a < b$	b
	③	$a < b$	b
	④	$a < b$	b
	⑤	$a > b$	a
	⑥	$a > b$	a

6. 結論

本研究の目的であった上記 (i)、(ii)、(iii) をそれぞれ検証してみる。(i) は「動機」を具体例のように「利得変換」という形でコンフリクト解析に取り込み、安定均衡解に「確率」を付与することで実現できた。(ii) は戦略選択の指針は予測した動機分布に依存するため、様々な動機分布の予測をする現実のプレイヤーには多様な戦略選択が存在することになる。(iii) は実現確率によって安定均衡解の差別化ができ、プレイヤーに戦略選択に方向性を与えることができるようになった。

本研究では動機を 6 種類と限定し、動機分布も一様分布とごく単純なものであった。しかし、現実のプレイヤーは様々な思考をするため我々が用いた動機以上に複雑で、その動機分布も複雑である。よって、今後の課題として動機の種類と動機分布の精度を高めることが挙げられる。これにより、現実のプレイヤーの思考に近づけて行くことが可能になると考えられる。

さらに、プレイヤーが予測した相手の動機分布と相手自身が持っている動機分布にはたいていの場合、差があると考えられるのでこの差も考慮した場合を導入することも今後の課題になる。