

### 3人ジレンマゲームにおける利得構造変化の影響

関西大学 関西大学 (01401144) 関西大学  
 \* 鬼頭 幸司 KITO Koji  
 古賀 隆志 KOGA Takasi  
 中井 暉久 NKAI Teruhisa

#### 1. はじめに

日常生活において我々は様々な意思決定をしているが、その際色々なジレンマ (葛藤、迷い) 状況に陥る事も多い。

こういったジレンマ状況は囚人のジレンマゲームや他の利得構造をもったジレンマゲームモデルに典型的に現れているので、それらのゲームを用いて、各状況におかれたそれぞれの主体はどのように行動するのかを考える。また社会情勢の変化に伴うジレンマ状況の移り変わりを考慮し、利得構造が変化した場合に、その推移が主体の行動に与える影響についても考察する。

過去に行われた研究では、同一の意思決定構造をもつ主体をグループ化し、グループ間での陣取り合戦を行う (生物種間で例えたもの) 形式で議論がなされた。しかし本研究ではグループ内対戦の影響を除き、各主体が一定の割合で対戦するという設定のもとでコンピュータシミュレーションを行い、戦略の特徴を明確にする。

#### 2. 囚人のジレンマゲーム

表1. 本研究で用いた囚人のジレンマゲームの利得行列

利得行列		Player II	
		協調	裏切り
Player I	協調	30, 30	10, 40
	裏切り	40, 10	20, 20

各Playerは、相手がどの戦略を取ろうとも自分は「裏切り」を出す方が得である (裏切りの魅力)。しかしゲームの対称性より相手も同様に考え「裏切り」をとるだろう。そうすると両者「裏切り」となり、20の利得しか得られない。両者「協調」すれば二人とも30の利得が得られたのに共倒れとなる。相手を信じて「協調」を出すか、相手の「裏切り」を恐れて自分の方から裏切りを出すかのジレンマである。

#### 3. 社会のジレンマ

二人ジレンマゲームとして「囚人のジレンマゲーム」の他に異なる利得構造を持った「弱虫ゲーム」、

「指導者ゲーム」、「英雄ゲーム」の3つのモデルを取り上げる。これらを三人以上のゲームにしたものを社会的ジレンマゲームと呼ぶ。特徴としては、裏切りによる影響が一人に集中するのではなく、多くの人に拡散する点である。

表2. 各ゲームの利得行列

	弱虫ゲーム		指導者ゲーム		英雄ゲーム		C(Cooperation) 協調
	C	D	C	D	C	D	
C	(30,30)	(20,40)	(20,20)	(30,40)	(20,20)	(40,30)	D(Defection) 裏切り
D	(40,20)	(10,10)	(40,30)	(10,10)	(30,40)	(10,10)	

#### 4. パラメータの定義

繰り返し数n回のシミュレーションにおいて、各プレイヤーの出した戦略「協調 (C)」「裏切り (D)」をもとに、以下の5つの数値をカウントする。

$\alpha$  : 相手がCを出した回数。

$\beta$  : 相手のCの直後に、自分がCを出した回数。

$\gamma$  : 相手のDの直後に、自分がDを出した回数。

$\delta$  : 相手が続けてD→Cと出した回数。

$\epsilon$  : 相手のD→Cの後に、自分がCを出した回数。

本研究では以下のパラメータを定義し、数値的解析を行う。

善良度  $\theta$  : 自分から先に裏切りを出さない割合。

$$\theta = \beta / \alpha$$

敏感度  $\nu$  : 裏切りに対して、すぐに裏切り返す割合。

$$\nu = \gamma / (n - \alpha)$$

寛容度  $\xi$  : 相手の改悔を受け入れ根に持たない割合。

$$\xi = \epsilon / \delta$$

#### 5. 実験方法

I: 上記の4つのゲームを用いてコンピュータシミュレーションによる三人ゲーム (各人はCかDを出し、利得は2人ずつで対戦した時の利得の総和とする。) を行い、各状況における各戦略の有効性を検証する。

II：利得構造を変化させた時の影響を調べる。

Playerの数は3、戦略の数は10戦略、対戦回数は組み合わせ55通り、繰り返し回数30回対戦の1650回。以下に10個の戦略を示す。

- 1:でたらめ戦略：ランダムに協調、裏切りを出す。
  - 2:全面協調戦略：常に協調を出す。
  - 3:全面裏切り戦略：常に裏切りを出す。
  - 4:周期戦略：協調、裏切りを交互に出す。
  - 5:一段しっぺ返し戦略：1回目協調、その後は前回一人でも裏切りがいれば裏切り、それ以外は協調。
  - 6:二段しっぺ返し戦略：1回目協調、その後は前回、二人以上裏切りがいれば裏切り、それ以外は協調。
  - 7:日和見戦略：まず二回協調、その後は前二回を見て協調をとる相手が減らない限り協調、それ以外は裏切り。
  - 8:あまのじゃく戦略：まず二回協調、その後は前二回を見て協調をとる相手が増えれば裏切り、それ以外は協調。
  - 9:逆一段しっぺ返し戦略：一段しっぺ返しと正反対。
  - 10:逆二段しっぺ返し戦略：二段しっぺ返しと正反対。
- このように簡潔な構造をもち対照的な性質をもつ幾つかの戦略を用いることで、有効な戦略の特徴を明確にする。

## 6. 実験結果

表3. 各ゲームのシミュレーション結果

期待利得総和の順位	囚人のジレンマゲーム	弱虫ゲーム	指導者ゲーム	英雄ゲーム
1位	全面裏切り	日和見	周期	全面協調
2位	あまのじゃく	全面協調	でたらめ	日和見
3位	一段しっぺ	二段しっぺ	あまのじゃく	周期
4位	逆二段	周期	日和見	でたらめ
5位	でたらめ	でたらめ	全面協調	二段しっぺ
6位	周期	あまのじゃく	二段しっぺ	逆一段
7位	二段しっぺ	一段しっぺ	全面裏切り	あまのじゃく
8位	日和見	逆一段	逆一段	一段しっぺ
9位	逆一段	全面裏切り	一段しっぺ	逆二段
10位	全面協調	逆二段	逆二段	全面裏切り

I：各ジレンマ状況における優位な戦略

- ・囚人のジレンマゲーム：全面裏切り、あまのじゃく戦略
  - ・弱虫、英雄ゲーム：全面協調、日和見戦略
  - ・指導者ゲーム：でたらめ、周期戦略
- グループ内対戦の影響がない囚人のジレンマゲームでは、裏切り傾向の強い戦略がグループ内対戦による共倒れがなく優位になった。弱虫、指導者、英

雄ゲームでは囚人のジレンマゲームより「裏切り」によるリスクが大きくなるから、協調傾向の強い戦略が優位になる。しかし、指導者ゲームでは、共に協調を取った時の利得が二番目に低い利得で、「協調」をとってもあまり魅力的でない為、「協調」、「裏切り」のどちらが優位であると言うよりも「協調」、「裏切り」のバランスのとれた戦略が優位であると言える。

表4. 各戦略の善良度、敏感度、寛容度

戦略	善良度	敏感度	寛容度
全面協調戦略	0.881818	0	0.524242
日和見戦略	0.819446	0.27011	0.575757
二段しっぺ返し戦略	0.872727	0.300419	0.530302
逆一段しっぺ返し戦略	0.830911	0.356208	0.534369
周期戦略	0.463407	0.425333	0.378591
でたらめ戦略	0.445365	0.408209	0.345465
あまのじゃく戦略	0.120502	0.390366	0.046114
一段しっぺ返し戦略	0.540145	0.710764	0.302272
逆二段しっぺ返し戦略	0.430419	0.766666	0.269058
全面裏切り戦略	0	0.778787	0

II：利得構造変化の影響

利得行列が囚人のジレンマゲームから他のゲームへ少しずつ変化していく場合を考えた。

表3, 4の結果より、各ジレンマゲームへの推移について以下考察していく。

囚人のジレンマから弱虫、英雄ゲームへ利得構造が変化すると、優位な戦略が裏切り傾向の強いものから協調傾向の強いものへ移っていった。これは共に裏切った時最低の利得になり、また自分が協調し相手が裏切ってもそれなりに多くの利得が得られることによる。また善良度と寛容度を上げると戦略が優位になる傾向が見られた。これは相手に与える刺激を減らし、相手の行動に対してはあまり根に持たない戦略が優位になることを意味する。

囚人のジレンマから指導者ゲームへ利得構造が変化すると、相手と同じ手を出すより異なった手を出す方が多くの利得を得る。また善良度、敏感度、寛容度の値に差があまりない戦略が優位になる傾向が見られた。よって、善良性、敏感性、寛容性のバランスのとれた戦略が優位であると言える。

以上のことから、現実社会でこれらのモデルに当てはまる利得変化が見られた時は、それぞれ対応する戦略を取ると良いことが分かる。