

神戸大学工学部 学生員 ○戸梶 晃  
神戸大学大学院 正会員 織田澤 利守

## 1. 本研究の背景・目的

地域住民らによる共同活動組織である地域コミュニティでは、地域のさまざまな課題の解決を担っており、今後の地域社会においても必要不可欠である。しかし、このような共同活動の成果は公共財的な性質を有しており、共同活動に参加せずその恩恵だけを受取るフリーライダー（ただ乗り）問題が介在する。その問題に対し、既往研究では、フリーライドを抑制するという考え方が主流である。しかし、実際の地域コミュニティにおいては、老若男女多種多様な構成員が存在し、健康状態やさまざまな事情により協力が困難になるケースも少なくない。そのような不確実性を有するコミュニティにおける協力形成について、自殺希少地域を対象としたある研究では、多様性重視、条件付き協力、間接的互酬性の3点を、協力形成の要素として取り上げている。

そこで本研究では、不確実性と多様性を有するコミュニティにおいて、条件付き協力や間接的互酬性によって協力が醸成されるかを、公共財ゲームの実験により実験的に検証する。

## 2. 実験の方法

本研究では、神戸大学の学生20人にご協力いただき、1グループ10人での公共財ゲームの実験をgroup1, group2の2グループに分けて実施した。各プレイヤーは自分の利益を最大化することを目的に、毎回のゲームで協力か非協力を自由に選択する。ここで、1回の公共財ゲームでプレイヤー*i*が得る利得 $\pi_i$ を式(1)のように定式化する。

$$\pi_i(k_i) = 70 \sum_{j=1}^{10} k_j - b_i - c_i k_i \quad (1)$$

ここに、 $k_i$ は協力ダミー ( $k_i = 1$ : 協力,  $k_i = 0$ : 非協力),  $c_i$ は協力コスト,  $b_i$ はベースコストを表す。すなわち、プレイヤーは協力の有無によらず $b_i$ だけ支払い、さらに協力するときには $c_i$ を支払ったうえで、協力人数に応じた配当 $70 \sum_{j=1}^{10} k_j$ を得る。

ここで、地域コミュニティにおいて、構成員1人に対する健康状態や協力に対する困難さが経時的に変化することを表現するために、5つの「状態」を表1のように定義する。状態が良いほど協力コスト $c_i$ は安く、状態が悪いほどベースコスト $b_i$ は高く設定する。なお、いずれの状態においても、非協力が支配戦略となる。

表 1: 状態とコストの対応

状態 (凡例)	とても良い (E)	良い (G)	普通 (N)	悪い (B)	とても悪い (W)
協力コスト $c_i$	100	250	400	400	400
ベースコスト $b_i$	0	0	0	150	300

そして、サイコロの出目によって、普通(N)は1/3、それ以外は1/6の確率で各状態が割り振られることにより、不確実性を導入する。プレイヤーは毎回のゲームにおいて、サイコロの出目によって自身の状態を決定したうえで、協力/非協力の選択を行う。

本研究では、グループ内での状態の相関関係を「多様性」と定義し、表2のように4つの条件を設定する。そして、group1では完全相関→弱相関→無相関の順で、group2では完全相関→強相関→無相関の順で多様性の条件を変えながら公共財ゲームの実験を各10回実施する。

表 2: 状態の相関関係

Player	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
完全相関	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
強相関	G	G	G	G	G	G	G	G	W	N
弱相関	G	G	G	G	G	W	B	N	N	E
無相関	G	G	W	W	B	N	N	N	N	E

## 3. 分析手法

本研究では、グループ全体での協力形成に着目した集計分析と、プレイヤー1人1人の協力選択に着目した非集計分析を行う。集計分析では、1回のゲームごとに各状態の生起人数、協力者数を集計したうえで、分析を行う。非集計分析では、不確実性と多様性の条件が、プレイヤーが協力をを選択する確率にどのように影響しうるかを、ロジットモデルによる回帰パラメータ推定により分析する。

## 4. 分析結果

### (1) 集計分析

相関がある条件下では、状態の良いE,Gのプレイヤーが多いと、協力人数が多い傾向が見られる。一方で、状態の悪いB,Wのプレイヤーが多いと、協力人数が少ない傾向が見られ、0人になることもある。また、相関が強いほど、協力人数の変動が大きいことが読み取れる。このように、非協力が支配戦略にもかかわらず、状態が良い人が多いときは協力することから、条件付き協力が見られ、相関が強いほどその傾向が強くはたらくことが示唆される。

表 3: 各回における最多の状態 (group1)

試行回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
完全相関	E	B	E	G	G	N	G	E	E	B
弱相関	E & N	N	W	E	W	G	E	B	N	N

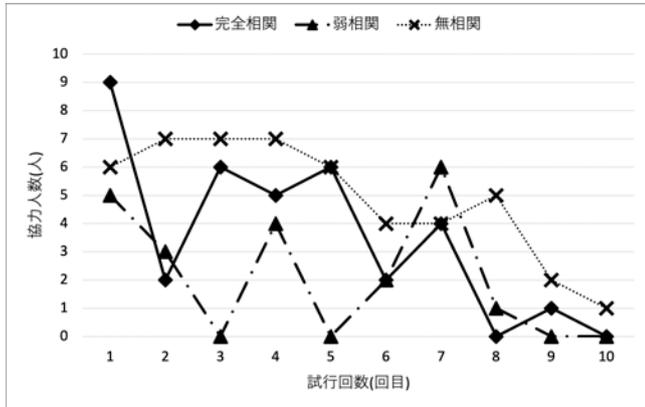


図 1: 協力人数の推移 (group1)

表 4: 各回における最多の状態 (group2)

試行回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
完全相関	E	B	E	G	G	N	G	E	E	B
強相関	E	N	W	E	W	G	E	B	B	G

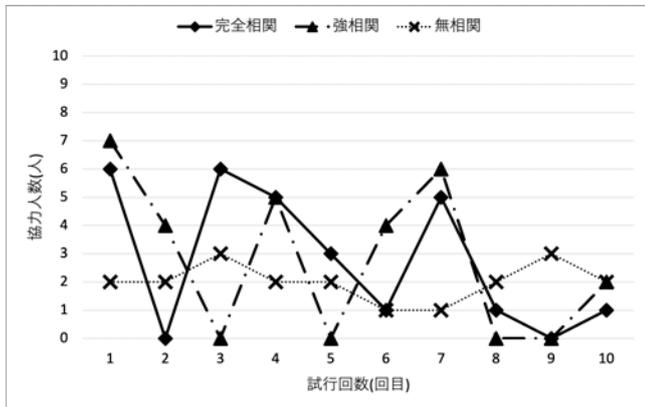


図 2: 協力人数の推移 (group2)

(2) 非集計分析

非集計分析では、協力のとき1をとる協力ダミー cooperation を非説明変数に入れて、表5に示す各種説明変数を用いてパラメータ推定を行った。なお、プレイヤー個人に割り振った個人ダミーについては表5では省略する。

その結果から、状態が良好でない N,B,W のプレイヤーは、コストが比較的高いために、前回の協力人数が多くなればなるほど、ならびに協力者が減少したときにフリーライドを選択する傾向が見られる。その一方で、状態が良好な E,G のプレイヤーでは、コストが比較的安いために、前回の協力人数が多い状況では協力する傾向が見られ、協力

表 5: パラメータ推定結果 (group1+group2)

	総計 cooperation	完全相関 cooperation	強相関/弱相関 cooperation	無相関 cooperation
cooperators	-0.383*** (0.103)	-0.247 (0.207)	-1.123*** (0.324)	0.172 (0.310)
st12_co	0.538*** (0.0852)	0.236 (0.164)	1.020*** (0.292)	0.857*** (0.207)
decrease	-2.025*** (0.494)	-0.713 (0.969)	-3.956*** (1.247)	-1.068 (0.935)
st12_decrease	1.964*** (0.497)	1.453* (0.847)	1.670 (1.018)	1.179 (1.172)
iterations	-0.213*** (0.0698)	-0.469*** (0.164)	-0.492** (0.214)	-0.102 (0.160)
freeriders	-0.638*** (0.227)	0.000 (.)	0.832 (0.899)	-0.634 (0.609)
_cons	3.162*** (1.077)	3.278* (1.808)	3.495 (2.796)	-1.018 (2.689)
N	392	128	128	136
pseudo R <sup>2</sup>	0.315	0.362	0.412	0.478

Standard errors in parentheses  
\* p < 0.1, \*\* p < 0.05, \*\*\* p < 0.01

者が減少した際も協力を維持する傾向が見られる。このことから、非集計分析からも条件付き協力が達成されたことが示唆される。

また、各相関条件において比較すると、無相関条件と比較して、ある程度相関がある強相関/弱相関条件の方が、条件付き協力が強くはたらくことが示唆される。

5. 本研究のまとめ

本研究では、不確実性と多様性を有する地域コミュニティにおける協力形成について、公共財ゲームの実験から検証を行った。その結果から、いずれの分析においても条件付き協力が達成され、特に相関がある程度存在する条件下ではその傾向が強いことが示唆された。その一方で、十分な協力は達成されなかった。実社会においては長期的に人付き合いをすることで、間接的互酬性を自然と身につけることを考慮したうえで、今後は長期的な協力形成を視野に入れて、試行回数を増やす、会話ありゲームにするなどして、ゲームの改良を行う。

参考文献

[1] 岡檀, 「自殺希少地域」徳島県旧海部町における相互扶助組織の特性—旧海部町の「朋輩組」と他町の類型組織との比較から—, 2012

[2] 大高枝里, 不確実性下における協力の進化と間接互酬性, 神戸大学工学研究科市民工学専攻修士論文 (未公開), 2021