

# 投資することが合理的な公共財ゲームにおけるフィードバックの影響

1180455 徳本 誉

高知工科大学マネジメント学部

## 1. 概要

社会的ジレンマ状況におけるフリーライダー問題は経済学のみならず社会科学の様々な分野において広く認識されている。経済学では、フリーライダーは、フリーライドすることが合理的選択、つまり他者のどんな選択を所与としたときにも自分の利得を一番大きくする選択（支配戦略）であるがゆえに、フリーライダーになると考える。本研究では、通常の社会的ジレンマ状況とは異なり、個人の合理的選択が協力であるような状況であったとしても、個々人の利得に関するフィードバックが存在する状況では、フリーライダーが蔓延する可能性があることを実験的に検証する。本研究は、合理的選択の理論が想定しているよりもフリーライダー問題が発生する領域が広い可能性があることを示唆するものである。

## 2. 背景

チャリティーの募金などではお金を入れる箱が置いてあるだけよりも、人が箱を持って募金を呼びかけた方がお金の集まりがいい。これは人が他者に行動を観察されると善意のある行動を取りたがるからだと考えられる。

Nishi et al. (2015) では公共財ゲームにおけるフィードバック情報が投資行動にどのような影響をもたらすのかを検証した。その結果 Nishi et al. (2015) では公共財ゲームにおけるフィードバック情報は投資行動の抑制を促していると分かった。

では、投資することが合理的選択の場合の公共財ゲームではどのような結果になるのだろうか。投資することが合理的な公共財ゲームでは投資すれば他者の投資の有無に関係なく自分の富が増加する。フィードバック情報がなければ、投資することをほとんどの人が選択するだろう。

しかし Nishi et al で証明したとおりならば、フィードバック情報があると投資することが合理的な公共財ゲームでもフリーライドが発生してしまうのではないか。

本研究では投資することが合理的な公共財ゲームでも他者

の投資額などのフィードバック情報がある場合ではフリーライドが発生してしまうのかを検証する。具体的には一般的な公共財ゲームに可視性の強弱をつけて3つの条件下で実験を行う。

本研究の結果の概要を説明する。結論から述べるとフィードバック情報は投資行動を抑制しなかった。可視化が1番弱い条件下での投資行動が1番少ない結果となり Nishi et al. (2015)との結果とは違うものとなった。

本論文の残りの構成は以下の通りとする。3章では本研究の先行研究である Nishi et al. (2015)の研究方法を説明する。4章では本研究の目的、5章では本研究の投資することが合理的な公共財ゲームにフィードバック情報を加えた3つの条件下の詳細を述べる。6章では3つの条件下でのそれぞれの結果とそれをまとめた結果を述べる。7章では本研究の結論と考察、回帰分析による数値の正当性を述べ、本論文を終わりとする。

## 3. 先行研究

本研究を設計する上で、重要な役割を果たした先行研究を紹介する。

(1) 標準的な PGG (Public Goods Game) の説明 <典型的な公共財ゲームは4人一組になり自分の資産を全体資産に投資するか否かを選択するものが一般的である。具体的に説明すると各個人に1000円が与えられる、これをプレイヤーは投資するか持ち帰るかを選択する投資した場合投資額が2倍された上で、4人に均等に配布される。個人の最終利得は

$1000 - 0.5 \times \text{個人Aの投資額} + 0.5 \times \text{個人BCDの投資額の合計}$   
(I)

となる投資額合計にはAの投資額も含まれているからこれは  
 $1000 - 0.5 \times \text{個人Aの投資額} + 0.5 \times \text{個人BCDの投資額}$

(II)

とも書ける。

4人全員の利得の合計は

$$4000 - \text{各個人の投資額合計} + 2 \times \text{各個人野投資額の合計} =$$

$$4000 + \text{各個人の投資額合計} \quad (\text{III})$$

と書ける

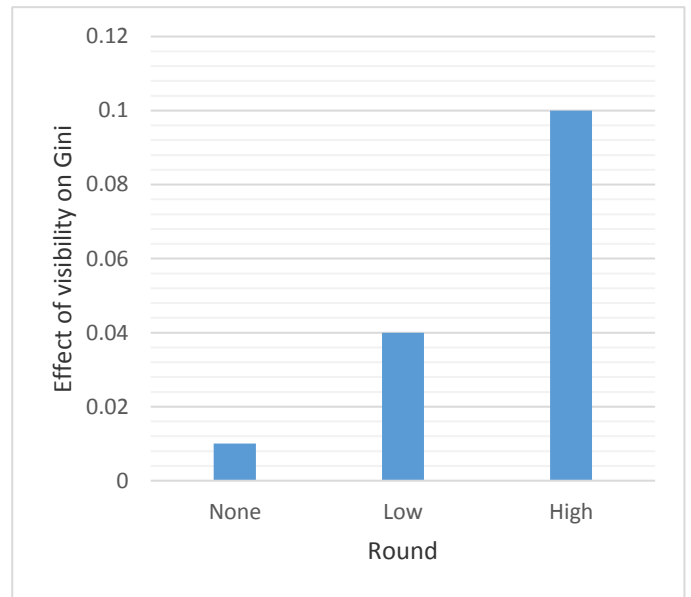
グループの利得を最大化するには、各個人が全額投資すればいいことが分かる。しかしIIの式を見ると個人Aが利得を最大にするには自分の投資額を0にする必要がある。これは個人BCDにも同じことが言える。つまり各個人が自分の利得を最大にするには投資を0にする必要があるためナッシュ均衡が投資額0になってしまいグループでの最大利得が達成できなくなるのである。この状況は社会的ジレンマと呼ばれている。

(2) フィードバック情報が PGG の行動や結果に影響をあたえる影響を考察した研究 Nishi et al. (2015)では個人の財産の可視性によって行動に違いが出てくると結論づけられている。

Nishi et al. (2015) では被験者にポイントを配布し、その中からのポイントを減らし他の被験者と協力するかを選択することを10ラウンド繰り返すゲームを行った。その際に他の被験者の選択に可視性を付けるか否か、初期のポイントを不平等にするなどの操作を加えた。

初期の不平等が大きい場合をHigh、初期の不平等はあるものの比較的小さい場合をLow、初期の不平等がない場合をNoneとし実験を行うこととする。(図1)

(図1) Nishi et al. (2015)における富の割り振り



(図2) 各条件における Gini 係数の推移

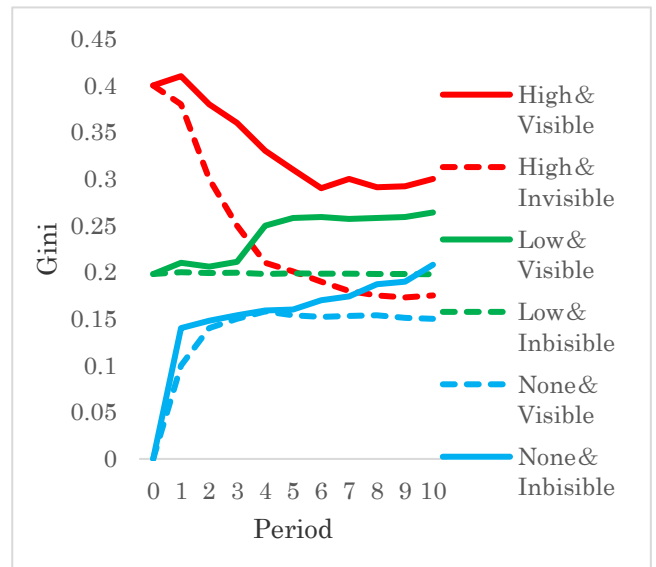


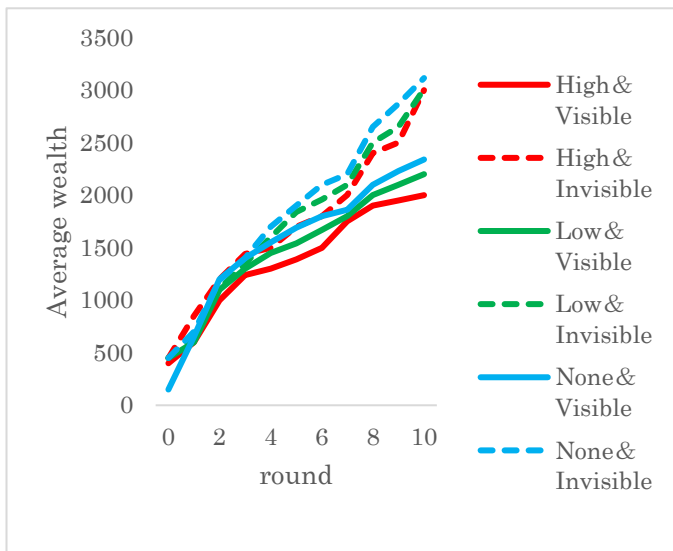
図2から分かるように結果は初期値の不平等の差に関わらず可視化がない、つまりフィードバック情報が得ることの出来ない状況下では、ジニ係数を見る限り最終的にはあまり差が無い比較的平等な状況になったといえる。

可視化がある状況においてはNoneの場合のみ可視化がない状況と同じで最終的なジニ係数は比較的小さくなった。しかし初期不平等があるHigh、Lowにおいては、ジニ係数は比較的高い傾向にある。つまり10ラウンドを終えてなお、初期の不平等が残っているということだ。このことか

ら富（実験におけるポイント）の可視化は初期不平等がある場合のみ経済的不平等を増加、もしくは維持する機能をもっているが、初期均等の場合には増加させることはないということになる。

次はこのゲームの協力が選択された割合をみていく。

(図 3)全 round における富の推移



(図 4)全 round における協力率の推移

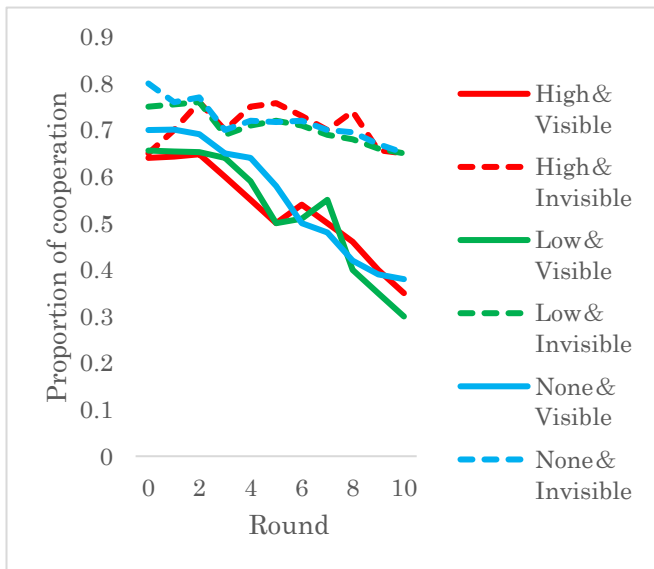


図 3 はゲーム中の富の動き、図 4 はゲームの協力の割合を記したものだ。図 4 から分かるように可視化があることによってゲーム全体の協力の割合が減少していることがわかる。協力が減少すればおのずと得られる利得（または富）の量は可

視性が無いときに比べ可視性があるほうが少ないということになってくる。(図 3) このことから富の可視性は社会的福祉を損なっていると考えられる。

#### 4. 研究の目的

本研究では、通常の社会的ジレンマ状況とは異なり、個人の合理的選択が協力することであるような状況であったとしても、個々人の利得に関するフィードバックが存在する状況では、フリーライダーが蔓延する可能性があることを実験的に検証する。

Nishi et al. (2015) では個々の利得のフィードバックが存在した場合、投資行動が抑制される事、つまり協力率がさがりフリーライドが増加することと、初期の配布されるポイントの不平等を維持することを証明した。

以上を踏まえることで、個人の合理的選択が協力することであるような状況においてはフィードバックが投資行動の抑制、または促進に繋がるのかを検証する。

#### 5. 研究の方法

はじめに、高知工科大学の学生 104 人を対象に、協力することが合理的選択の公共財ゲームに可視性の強さを変えた実験条件 A,I,C を行った。ほかの被験者全員の合計投資額が分かる実験条件 A、他の被験者個人の投資額が分かる実験条件 I、他の被験者の現 Period までの累計の投資額が分かる実験条件 C 以上の 3 つの条件で検証する。

同時にアンケートと確認問題を実施して被験者の実験への理解度の確認と選択意思の整理を行う。最後に結果を考察しフィードバックの投資行動への関与と実験中の被験者の心理状況を明らかにする。

##### 5-1 実験方法

###### 実験条件 A

実験開始時に被験者を 4 人 1 組のグループにランダムに分ける。グループ内の被験者を 1 から 4 の番号を与える。この番号は period ごとに変更される。

ステージ 1 被験者全員に 10 ポイントの仮想的な貨幣を配布する。

ステージ2 被験者は配布された仮想通貨から0～10ポイントを投資する。(他の被験者の投資額は分からないが全体の合計の投資額は分かる)

ステージ3 被験者は配当ポイント(4人の投資合計額×1.2)を得る。

ステージ1から3を20回繰り返す。20回のうちからランダムに4回を選択し、仮想通貨×10円を実際に被験者に配布する。

#### 実験条件I

実験開始時に被験者を4人1組のグループにランダムに分ける。グループ内の被験者を1から4の番号を与える。この番号は period ごとに変更される。

ステージ1 被験者全員に10ポイントの仮想的な貨幣を配布する。

ステージ2 被験者は配布された仮想通貨から0～10ポイントを投資する。(他の被験者の投資額が分かる)

ステージ3 被験者は配当ポイント(4人の投資合計額×1.2)を得る。

ステージ1から3を20回繰り返す。20回のうちからランダムに4回を選択し、仮想通貨×10円を実際に被験者に配布する。

#### 実験条件C

実験開始時に被験者を4人1組のグループにランダムに分ける。グループ内の被験者を1から4の番号を与える。この番号は period ごとに変更される。

ステージ1 被験者全員に10ポイントの仮想的な貨幣を配布する。

ステージ2 被験者は配布された仮想通貨から0～10ポイントを投資する。(他の被験者の投資額と蓄積ポイントが分かる)

ステージ3 被験者は配当ポイント(4人の投資合計額×1.2)を得る。

ステージ1から3を20回繰り返す。20回のうちからランダムに4回を選択し、仮想通貨×10円を実際に被験者に配布

する。

以上のように実験を行う。実験開始前に被験者には実験内容をよく説明し、確認問題を実施し実験に対する理解力の確認も行った。

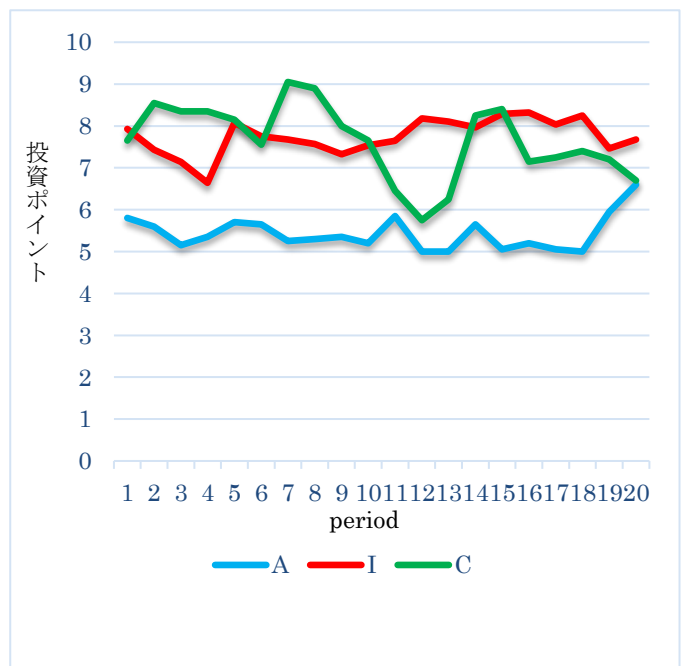
## 6. 実験結果

実験条件A, I, Cでの合計投資平均額はIとCでは、ほぼ違いが見られなかったが実験条件Aは他の2つと比べ2ポイントほど少ない結果となった。(表1) それと同時に標準偏差も実験条件I, Cでは差がほとんど見られないが、実験条件Aだけは標準偏差の数値が高く、他の二つの実験条件と比べやや個人の投資ポイントにバラつきが見られた。この結果だけ見ると投資行動をする際に被験者の過去の投資額は被験者の投資額の増加または減少にはあまり関与しないといえる。

(表1)実験条件A,I,Cの平均貢献額。標準偏差、データ数

	A	I	C
平均貢献額	5.44	7.75	7.65
標準偏差	4.24	3.69	3.77
データ数	400	560	400

(図5)Periodごとの平均投資額の推移



フィードバック情報がない A 条件での平均協力ポイントが一番低い結果となり Nishi et al. (2015)の結果から予想されていたフィードバック情報は投資行動を抑制するため平均投資ポイントは  $C < I < A$  となるという予想とは異なるものとなった。

### 6-1 回帰分析

(表 2) 回帰分析表

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	5.506981	0.272896	20.17975	2.13E-79
D_I	2.315	0.254232	9.105853	2.98E-19
D_C	2.215	0.274602	8.066218	1.58E-15
Period	-0.00686	0.018262	-0.37539	0.707432

表 2 は実験結果を回帰分析したものである。D\_I は実験条件 A と I の平均貢献度の差を表したもので D\_C も同様に実験結果 A と C の平均貢献度の差を表したものである。ここで重要なのは P 値である。P 値が 0.05 以上であればこの結果は統計学的には偶発的である可能性が大きく、参考にすることは出来ないという意味合いを持つこととなる。

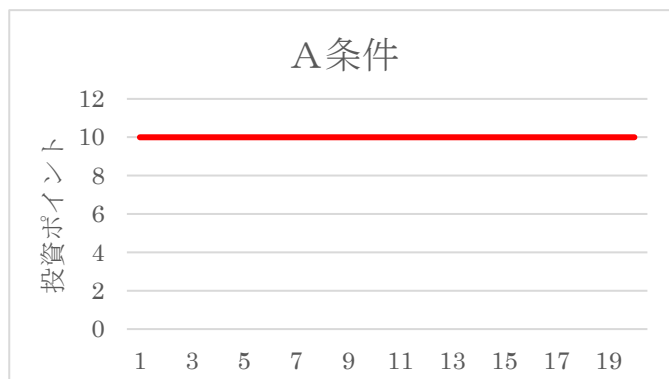
今回の結果は D\_I、D\_C のどちらも 0.05 を大きく下回っているため統計学的には偶発的とはいえないことになる。ゆえにこの実験結果は有意であるといえる。

### 6-2 Period 1 に 10 ポイント投資をしなかった被験者の投資額の推移

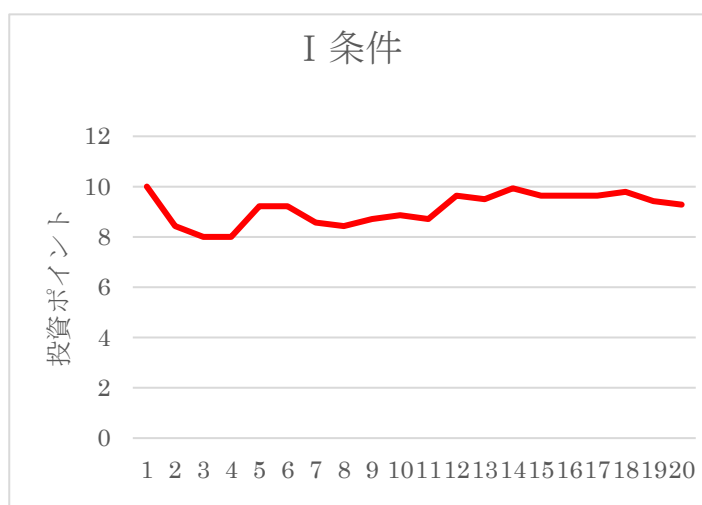
なぜ Nishi et al. (2015)の結果とは違いフィードバック情報が投資行動を抑制しなかったのか。投資することが合理的な公共財ゲームでは Nishi et al. (2015)では見られなかった、相手の選択に関係なく 10 ポイント投資ししない被験者が数多く見られた。

図 6 図 7 図 8 は Period 1 に 10 ポイント投資した被験者の Period ごとの平均ポイントだ。

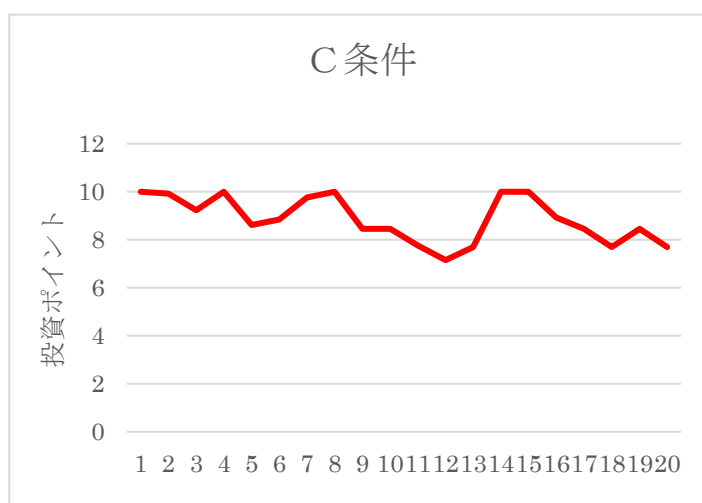
#### ( 図 6 ) 第一期に 10 ポイント投資をした被験者の投資額の推移 (A 条件)



#### ( 図 7 ) 第一期に 10 ポイント投資をした被験者の投資額の推移 (I 条件)



#### ( 図 8 ) 第一期に 10 ポイント投資をした被験者の投資額の推移 (C 条件)

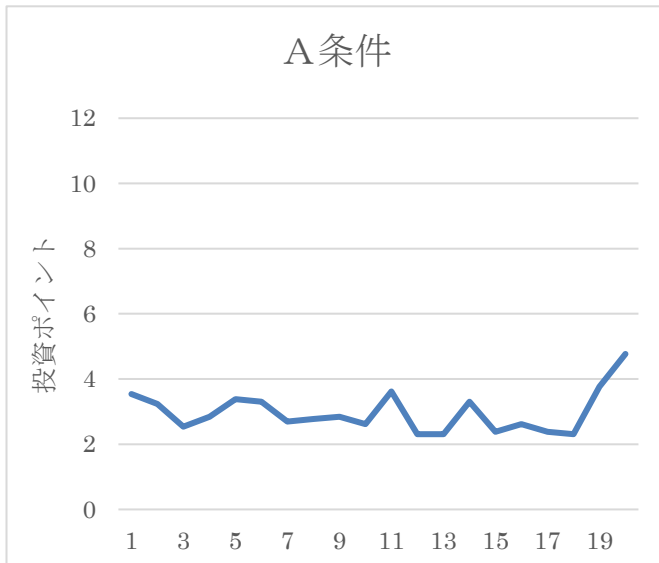


どの条件下でも平均投資ポイントが 7 を下回ることはなかつ

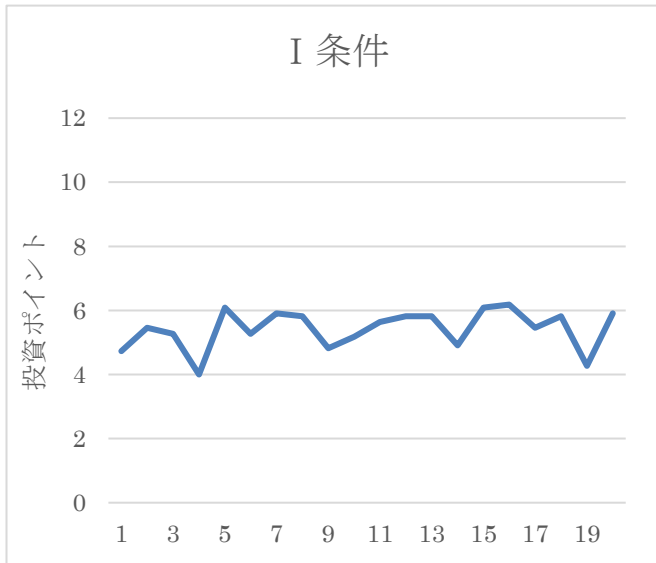
た。このことから Period1 に 10 ポイント投資を行った被験者のほとんどが利益を求めて他者の投資額に関係なく多くのポイントを投資するタイプだと判別できる。

図 9 図 10 図 11 は A、I、C 条件の Period 1 に 10 ポイント投資をしなかった人の Period ごとの平均投資ポイントをグラフにしたものである。

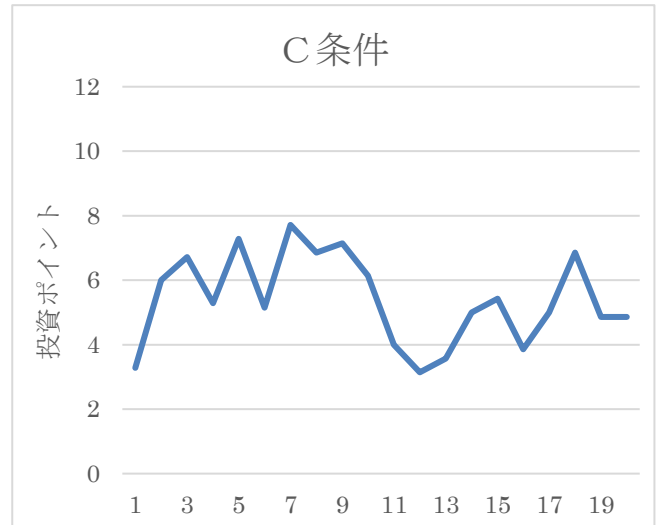
( 図 9 ) 第一期に 10 ポイント投資をしなかった被験者の投資額の推移 (A 条件)



( 図 10 ) 第一期に 10 ポイント投資をしなかった被験者の投資額の推移 (I 条件)



( 図 11 ) 第一期に 10 ポイント投資をしなかった被験者の投資額の推移 (C 条件)



この3つのグラフを比べてみると可視性が弱いA条件以外のI条件、C条件ではPeriod 1からPeriod 2にかけて投資ポイントが増えていることがわかる。これは投資することが合理的な公共財ゲームにおいて投資しなかった人が利益を求めて他者の選択に関係なく多くのポイントを投資する被験者の結果に引っ張られ、投資額が上がったのではないかと考えることが出来る。

(表 3) Period 1 と Period 2-20 の平均投資額の比較

	Period1	Period2-20
A	3.5	2.9
I	4.6	4.6
C	3.3	5.5

表 3 では図 9 図 10 図 11 のグラフで Period1 と Period2-20 の平均投資ポイントを表にしたものだ。条件 A では Period 1 から Period2-20 の平均投資額が下がっているが可視性が強くなった I 条件では Period 1 と Period 2-20 の平均投資額の比較が 1:1 になった。さらに可視性の強い条件 C では Period 2-20 が Period 1 の平均投資額を超える結果になった。

このことから period 1 から Period 2 にかけての投資額の増加は一時的なものではなく、その後の投資額もフィードバック情報がない Period 1 と比べて増加していることが分か

る。

### 6-3 アンケート結果

本実験の後に行ったアンケートの結果の一部を以下に記載する。アンケートの内容について説明する。

質問 「本日の実験において、あなたが5以下の投資額を選択した利痛についてお答えください」

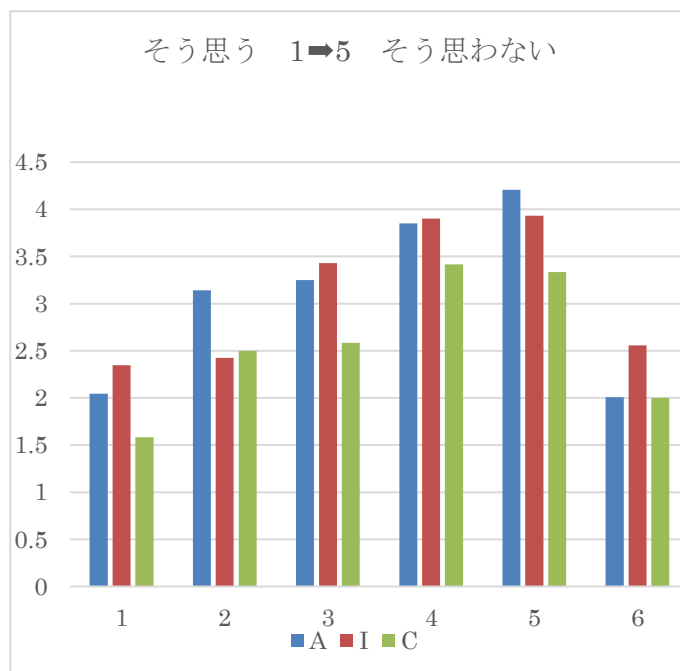
1. 自分の獲得ポイントを大きくするため
2. 他の人よりも獲得ポイントを大きくするため
3. 最も設けている人との獲得ポイントの差を小さくするため
4. 他の人の獲得ポイントを小さくするため
5. 他の人に仕返しをするため
6. なにが起きるのか確認するために試験的に選んだ

以上の6つの質問で1～6で該当する数字を選択させた。

1. あてはまる
2. 少し当てはまる
3. どちらともいえない
4. ほとんどあてはまる
5. あてはまる
6. 一度も選択しなかった

今回は投資することが合理的な公共財ゲームにおいて低い投資を行った被験者に焦点を当てたかったので質問に6を回答した被験者を除き集計を行った。(図12)

(図12) 投資額を低くした被験者のアンケート結果



本アンケートでは質問1,自分の獲得ポイントを大きくするため。2,ほかの人よりも獲得ポイントを大きくするため。6,なにが起きるか試験的に選んだ。の3つが多くて多くの被験者に当てはまっているという結果になった。このことから投資することが合理的ではあるが他者よりも大きくポイントを得たいために投資を低くした。という理由と、投資しなければ他の被験者はどのような行動に移るのか、ということに興味を示しあえて投資を低くしてみたという理由が多数を占めていることが分かった。

なお質問3の最も設けている人とのポイント差を小さくするためには条件Cのみが全体的に当てはまっているという結果になったが、総合的に誰が儲けているのかが判別できるのは条件Cのみのため、今回は結果を見送ることとした。

## 7. 結論

公共財ゲームにおいて、フィードバック情報をつけることによって投資行動が抑制されると Nishi et al. (2015)の研究ではされていたが、それはあくまで投資することが合理的ではない公共財ゲームにおける場合だけで、投資することが合理的な公共財ゲームでは、フィードバック情報は投資行動を

抑制しないという結果になった。このことからフィードバック情報がある投資することが合理的な公共財ゲームでのフリーライド問題はフィードバック情報によって緩和されることが明らかになった。

また Period 1 に 10 ポイント投資をしなかった被験者の Period 1 までの平均投資額を見ると Period 1 に 10 ポイント投資をし、その後も利益を求めて他者の関係なく高ポイントを投資し続ける被験者に影響を受けて投資額が上がっていくことが確認できた。この結果から投資することが合理的な公共財ゲームにおいて、フィードバック情報があることは投資行動の抑制ではなく促進になっていると結論付けることができる。

## 引用文献

筒井義朗・佐々木俊一郎・山根承子・グレッグ＝マルデワ (2017)  
「行動経済学入門」、東洋経済新報社

Akihiro Nishi Hirokazu Irado David G. Rand & Nicholas A. Christakis  
Inequality and visibility of wealth in experimental social networks

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いたマネジメント学部 上條 良夫教授に感謝いたします。また、本研究の実験に協力いただいたマネジメント学部 一幡 政宏氏、並びに中世 拓磨氏に感謝します。