

第1部

イントロダクション

秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ

大浦 宏邦
(帝京大学)

【要旨】

本論文では、秩序問題へ進化ゲーム理論的にアプローチする方策について考察する。

人間社会で観察される秩序現象はゲーム理論的には、調整ゲーム型の秩序現象、チキンゲーム型の秩序現象、社会的ジレンマ回避型の秩序現象の3つに大別することができる。このうち、もっとも解決が困難なのは、社会的ジレンマ回避型の秩序現象である。

社会的ジレンマ回避については、二人囚人のジレンマゲームで協力状態をもたらす究極要因や、N人囚人のジレンマゲーム(NPD)で協力状態をもたらす至近要因についての研究はすすんでいるが、これらの至近要因の進化を可能にする究極要因についての研究は不十分である。本論文では、従来の進化ゲーム理論を拡張した選択的相互作用型の進化ゲームモデルの開発によって、NPD回避の究極要因を明らかにできる可能性があることを紹介する。

このような進化ゲーム理論的アプローチは、秩序問題について従来提案されてきた規範解やゲーム論解の不十分な点を補うことができると期待できる。

キーワード: 秩序問題、社会的ジレンマ、進化ゲーム理論、選択的相互作用モデル

1. はじめに

社会秩序はいかにして生じ、いかにして変動し、いかにして崩壊するのか。21世紀を迎え、国内的にも国際的にも、従来の秩序が大きく変動しつつある今日、これらの問題について深い理解をもつことには大きな意義がある。本論文では、秩序問題の中核に社会的ジレンマの回避問題があることを指摘した上で、ジレンマ回避問題にアプローチする方策について考察してみよう。

1.1 秩序問題の問いの構造

社会秩序形成の問題は、秩序問題として長い探求の歴史がある。秩序問題は大きく「現実の社会秩序がいかにして成立しているのか」を問う経験論的秩序問題と、「良い秩序とは何であり、それはいかにして可能か」を問う正義論的秩序問題に分類できる(盛山 1991)。いずれも重要な問いであるが、前者についての知見が、後者を問う上での前提にもなると考えられるので、本論文では前者に絞って考察を試みる。

前者の経験論的秩序問題をもう少し精密に定式化すると、「ある種の人間像を仮定したときに、ある種の社会状態(秩序のある状態)が生じるのはなぜか」という形の問いになる(左古 1998)。前件の「ある種の人間像」は「合理的個人」であることもあれば「ランダムな目的を持つ行為者」(Parsons 1937)であることもあるが、この前件から「秩序があると人々

の考える社会状態」を導くことが論理的には困難であるにもかかわらず、なぜそれが可能になっているのか、を問うことが経験論的秩序問題の主な考察対象であった。

一般化して言えば、「Aという人間像」と「Bという社会状態」はどちらももってもらしいにもかかわらず、AからBを導くことはできない、一体どこが誤っているのだろう、というのが基本的な問いの構造であったといえる。この問題に対する解答としては論理的には

- 1) Aが誤っている（実はA'だ）
- 2) Bが誤っている（実はB'だ）
- 3) AからBが導けないという推論が誤っている（実は導ける）

の3つの可能性、およびその組み合わせが考えられる。従来の秩序問題に対する研究も、このいずれか、あるいはその組み合わせによって解決を目指したものと位置づけることができる。

1.2 先行研究とその問題点

久慈(1991)は経験論的秩序問題に対する従来の研究を、市場的解答、交換理論的解答、社会学的解答、ゲーム論的解答に分類している。

市場的解答や交換理論的解答（Braun 1964 など）は、自らの利益を追求する個人が、交換の利益を求める結果として秩序形成が可能とするもので、3)のタイプの解答（AからBは実は導けるという解答）を目指したものと考えられる。しかし、交換には裏切りの誘因が存在するので、交換の利益によって秩序形成が可能とする推論には不十分な点がある。

社会学的解答（Parsons 1937 など）は規範の存在によって秩序形成が可能とするもので、例えば、パーソンズは行為者が社会規範を内面化することで、社会秩序は維持されていると考えた。これは自らの利益を追求する人間像（これをAとする）の代わりに、社会規範を内面化する人間像（A'）を仮定するので、1)のタイプの解答であると考えられる。

このタイプの解答の問題点は、なぜ人々が規範を内面化するのが未解明な点にある。特に規範の中には、それに従うことが当人にとって不利となる（従わないことが有利となる）ものがあるが、そのような場合でも、なぜ人々がそのような規範に従うのかが不明である。社会学解はこのような疑問に答えるものとはなっていない。

ゲーム論的解答（Voss 1985 など）は、無限回繰り返し囚人のジレンマゲームにおけるフォーク定理（適当なスーパー戦略を考えれば、協力状態がサブゲーム完全均衡になる）に依拠して、合理的個人の仮定から秩序形成が可能とするものである。これは3)のAからBが導ける、とするタイプの解答である。

ゲーム理論を用いる利点は、数理的な方法を用いることで、ミクロな相互作用の積み重ねからどのようなマクロな社会状態が導かれるかに関する推論の精度を向上させられる点にある。しかし、フォーク定理による解答には、無限回繰り返しゲームの利得計算を自在に行えるような、超合理的な人間像（A''）の仮定を必要とする点に問題点がある。フォーク定理の仮定のもとでは、もし集団に超合理的ではないプレイヤーが何人か混じっていて、彼らが近視眼的に非協力的行動を採った場合に、他の超合理的プレイヤーも非協力的行動を採るので協力行動は維持されない。現実の社会ですべての人々が超合理的であると仮定することは非

現実的であり、これがこの種の解答の問題点となっている。

また、フォーク定理による解答は静学モデルに依拠している点にも不十分さがある。静学モデルはつりあいの状態（Nash 均衡）を探すことを分析の中心とするが、Nash 均衡は安定とは限らないので静学モデルによるミクロマクロ推論には限界がある。

このように、秩序問題に対する従来の研究は 1) または 3) の方略で解決を図るものだと考えられるが、1) タイプの解答にはなぜ A' なる人間像が存在するのかが未解明という問題点があり、3) タイプの解答には A'' なる人間像の仮定が必要であったり、ミクロマクロ推論の精度が不十分であったりという問題点が存在する。

1.3 進化ゲーム理論によるアプローチ

進化ゲーム理論は、動学化されたゲーム理論であり（石原、金井 2002）、遺伝ダイナミクスモデルと学習ダイナミクスモデルの二階建ての構造を持つ理論体系である。この理論体系を用いて秩序問題にアプローチすることによって、上で分析した先行研究の問題点を解消できる可能性がある。主な利点が二つ存在する。

一つは、学習ダイナミクスモデルを用いて、どのような人間像から、どのような社会状態が予想できるのか、についての推論の精度を静学モデルよりも向上させることができる。Nash 均衡を用いる従来型の静学モデルも、この種のミクロマクロ推論を行う性能を持っているが、動学モデルは均衡にいたる道筋を明らかにすることによって、どの均衡が安定でどの均衡が不安定か、モデル外要因による摂動がどのような帰結をもたらすか、などの推論を可能として、ミクロマクロ推論の性能がより向上している。したがって、動学モデルを用いることで、3) タイプの推論の誤りを減らすことが期待できる。また、この際静学モデルに比べて、より現実的な人間像を仮定してミクロマクロ推論を進めることができる。

次に、遺伝ダイナミクスモデルを用いることで、「A がもっともらしいのに A' なのはなぜか」という問題に解答を与える可能性がある。人間が A' という特性を持つのはなぜか、という問題を考えることは、進化生物学でいうところの究極要因¹⁾を明らかにすることと同義である。これは社会学の守備範囲をやや越える課題であるが、遺伝ダイナミクスモデルはこの問題にアプローチできる性能をもっている。A' という形質の持つある種の不自然さの原因と、それにもかかわらず A' が維持されている条件が明らかにされれば、どのような場合に社会秩序が可能であるのかについてより深い理解を得ることができる。

以下では、これらの課題にどのように取り組んでいくことができるのか、より具体的に考察をしてみよう。

2. 秩序の分類

2.1 秩序の定義

1 節では「B という社会状態」の中身については特定せずに議論を進めてきたが、ここでは A' という多少とも不自然な人間像を必要とする社会状態 B とは何かについて考察をしておこう。

秩序問題を扱う以上、Bとは「秩序があると考えられる社会状態」であるはずである。ここで秩序とは何かという秩序の定義についての考察が必要になるが、ここでは「一般の人々が秩序があると考えている社会状況」を秩序のある状態だと考えることにする。言い換えると盛山(1995)のいうところの一次理論上で認識されている秩序を「秩序」と考える立場をここでは取ることにする。

人々がどのような状態を秩序がある状態と思っているのか、については必要があれば社会調査などの手法で実証的に調べることができるが、近似的には辞書的な定義や実際の使用例などから推定することができる。試みに「秩序」を google で検索すると、43万件余りヒットする²⁾。国際秩序、経済秩序、職場の秩序、学校の秩序などの用例が上位に並んでいるが、これは秩序を混沌、混乱の対義語とする辞書的な定義と整合性のある結果である。国際関係や経済システムが混乱して戦争や恐慌が起こること、職場放棄や学級崩壊によって仕事や授業に差しさわりの出ることの対義語が「秩序」であり、生命や財産の安全が保証され、生産活動や流通活動、教育その他の活動が滞りなく行われている状態が通常の意味で「秩序のある状態」であると考えられる

2.2 秩序の三類型

2.1で秩序の定義を行ったが、秩序があると考えられる社会状態Bの中には、人間像Aから自然に導かれるものもあれば、そうではないものもある。ここでは、秩序を分類することによって、どのような秩序がより問題の大きい秩序であるのかを考察してみよう。

秩序を分類するには、何らかの分類の基準が必要である。社会秩序が個人間の相互作用の結果として生成してくるとする立場に立つならば、個人間の相互作用の背後にある利得構造の違いに着目して秩序を分類することが可能になる。相互作用の中で最も基本的なものは二者間の相互作用であるが、ゲーム理論の知見によれば、二者相互作用の背後に存在する利得構造は調整ゲーム型の利得構造、チキンゲーム型の利得構造、囚人のジレンマ型の利得構造の3つに大別することができる。この利得構造の違いに着目すれば、秩序を

- 1 調整ゲーム型の秩序
- 2 チキンゲーム型の秩序
- 3 ジレンマ回避型の秩序

の3つに大別することができる。実際には二者相互作用のみで秩序が生成するわけではないので、すべての秩序をこの3つに綺麗に分類できるわけではないが、分析の手がかりとしてこの3類型を設定すると便利である。以下、それぞれの秩序がどのようなものであるか具体的に検討してみよう。

2.3 調整ゲーム型の秩序

調整ゲームは、対称的な利得を持つ複数の Nash 均衡が存在するゲームである。調整ゲームを背後にもつ秩序としては、分業や左側通行・右側通行のようなある種の慣習が考えられる。分業の例として、二人のプレイヤーが餅つきをする場合を考えよう。

一人が餅をつき、もう一人が餅をこねるとうまく餅をつくことができる。この場合、両者

に2の利得がもたらされるとする。一人が餅をつくがもう一人がこねない場合やその逆の場合、あるいはどちらもついたりこねたりしない場合には餅は完成しないため、両者の得る利得は0である。餅をつくことやこねることには1のコストがかかるとすると、この状況の利得表は次のような調整ゲームになる。

自分\相手	こねる	こねない
つく	1, 1	-1, 0
つかない	0, -1	0, 0

このゲームの strict Nash 均衡は（つく、こねる）と（つかない、こねない）の二つで、どちらも学習ダイナミクスの漸近安定状態である³⁴⁾。（つく、こねる）が分業の成立している状態で、経済的な秩序が存在する状態、（つかない、こねない）が生産の行われていない状態で、経済的な秩序が崩壊した状態に相当する。

いずれも漸近安定状態なので、秩序の崩壊した状態から秩序のある状態に自明に遷移するわけではない。しかし、秩序のある状態が一旦成立すると、そこから逸脱する誘因は両者に存在しないので、秩序のある状態はモデル内要因によって維持されることになる。したがって、試行錯誤や模倣や先読みによって利得の高い戦略をとることを試みる人間像と、ある適当な初期状態を仮定すれば調整ゲーム型の秩序状態を導くことができる。

右側通行か左側通行かといったある種の慣習も、調整ゲーム型の秩序である。この場合も、一旦成立した慣習から逸脱する誘因をプレイヤーはもっていない。したがって、学習ダイナミクスを駆動する適当なマイクロプロセスと、当該の漸近安定状態に収束しうる適当な初期状態を想定できれば、このタイプの慣習の成立を論理的に導くことができる。

2.4 チキンゲーム型の秩序

チキンゲームは非対称な利得をもつ複数の Nash 均衡が存在するゲームである。チキンゲーム型の秩序現象の例としては、支配・服従の関係をあげることができる。先手プレイヤーが、相手を威嚇して資源を取り上げようとする場合を考えよう。後手プレイヤーにはそれに従って資源を引き渡すか、拒否して抵抗するかとの2つの戦略がある。抵抗すれば闘争が発生して、双方が闘争のコストを蒙るものとする、この場合の利得表は例えば次のようになる⁵⁾。

先手\後手	服従	抵抗
威嚇	2, -2	-5, -5
非威嚇	0, 0	0, 0

このゲームの strict Nash 均衡は（威嚇、服従）で、strict ではない Nash 均衡は（非威嚇、

抵抗)である。学習ダイナミクスでは(威嚇、服従)が漸近安定で、(非威嚇、抵抗)に相当する状態がリャプノフ安定となる。このうち(威嚇、服従)の状態が支配・服従の関係が成立している状態に相当する。この状態は strict Nash 均衡でかつ漸近安定なので、調整ゲーム型の秩序と同様に、試行錯誤や模倣や先読みによって利得の高い戦略をとることを試みる人間像と、適当な初期状態を仮定すれば導くことができる。

調整ゲーム型とチキンゲーム型の違いは利得の非対称性で、調整ゲーム型の秩序では秩序の成立時に各プレイヤーは等しい利得を受け取るが、チキンゲーム型の秩序ではプレイヤーの利得に格差が存在する。しかし、いずれの場合もプレイヤーはその状態から逸脱する誘因を持たないため、一旦成立した秩序は「利得極大化」⁹⁾を試みる人間像の下で維持される点は共通している。

2.5 ジレンマ回避型の秩序

四人のジレンマゲームはパレート劣位な Nash 均衡が一つだけ存在するゲームである。四人のジレンマ型の利得構造を背後に持つ秩序も、多くの場面で観察される。この節の初めで紹介した秩序現象の多くはこのタイプの秩序である。ただ、このタイプの秩序では Nash 均衡が実現している状態ではなく、その状態をパレート支配している状態(=ジレンマが回避されている状態)が秩序のある状態だと一般に考えられている点が、上の二つの場合とは異なっている。職場の秩序を例にとって考えてみよう。

職場には通常、遅刻をしてはいけないであるとか、無断欠勤はいけないであるとか様々な規則や規律が存在する。これらの規則や規律が守られている状態を職場に秩序がある状態、守られていない状態を職場に秩序がない状態と考えることは、日常的な「秩序」の用法に一致するであろう。

一般に規律正しい職場は生産性や売り上げが高く、職場としての収益も高いが、規律の守られていない職場では、高い収益は期待しにくい。この部分だけを見ると、どの社員も規律を守ってまじめに働きそうであるが、規律を守ることにはそれなりのコストが存在するので、実際に規律が守られるかどうかは自明ではない。

簡単のために、二人の社員からなる職場を考えて、モデル化してみる。自分が規律を守ってまじめに働くと、お互いにとって2ずつの利益が得られるとする。一方、まじめに働くには3のコストがかかるものとする、この場合の利得表は次のように四人のジレンマタイプになる。

自分\相手	まじめ	不まじめ
まじめ	1, 1	-1, 2
不まじめ	2, -1	0, 0

このゲームの唯一の Nash 均衡は(不まじめ、不まじめ)であるが、これは日常的な意味で秩序のある状態ではない。日常的な意味で秩序のある状態は、皆が規律を守ってまじめに

働いている状態、すなわち（まじめ、まじめ）の状態である。この状態は Nash 均衡の（不まじめ、不まじめ）をパレート支配していて、ジレンマが回避されている状態に相当する。このようにジレンマが回避されている状態が秩序のある状態だと一般に考えられているような秩序を「ジレンマ回避型の秩序」と呼ぶことにしよう。

このゲームの学習ダイナミクスを考えると、（不まじめ、不まじめ）が strict Nash 均衡なので、この状態が唯一の漸近安定状態である。（まじめ、まじめ）は strict Nash 均衡ではなく、Nash 均衡ですらないので、学習ダイナミクスのもとではリャプノフ安定ですらない不安定状態である。このことは、試行錯誤や最適反応で利得極大化を目指す人間像を仮定すると、お互い規律を守らずに不まじめな働き方をする状態が、唯一予測される社会状態であることを意味している。つまり、利得極大化を目指す社員からなる職場では、職場の秩序は維持されないことになる。

この例では二人の職場を考えたため、二人囚人のジレンマゲームとなったが、一般に N 人 ($N > 2$) の職場を考えると状況は N 人囚人のジレンマゲームになる。この場合も、皆が規律を守って熱心に働く状態がパレート効率的であるにもかかわらず、誰も規律を守らない状態が唯一の漸近安定状態になる⁷⁾。したがって、この場合も「職場の規律が守られている状態」はジレンマ回避型の秩序と考えられる。

ジレンマ回避型の秩序の特徴は「利得極大化」を目指す人間像を仮定した場合には、秩序が維持されないことが予想される点で、この点が調整ゲーム型やチキンゲーム型の秩序と大きく異なっている。利得極大化を目指す人間像が自然なものであるとするならば、ジレンマ回避型の秩序はある意味で不自然な人間像を必要とする秩序なのである。

それにもかかわらず、ジレンマ回避型の秩序は広く社会で観察される。上では職場の規律の例をとりあげたが、一般に人々が「従うことに何らかのコストを必要とする規則」に従うことによって維持されている社会秩序はジレンマ回避型の秩序だと考えられる。一般に社会規範と呼ばれるものの多くはこのような性質を持った社会的な規則である。「盗むなかれ」という規範は、盗むことで得られる利得の増加を放棄することを要請するし、「ゴミはゴミ箱に」という規範はゴミをゴミ箱まで持っていくコストを負担することを人々に要請する。これらの規範が機能している状態は、ジレンマ回避型の秩序が成立している状態と考えられるので、このタイプの秩序も現実社会で広く成立していると考えられる。

以上のようにジレンマ回避型の秩序において、「もっともらしい人間像 A」と「現実に観察される社会状態 B」の乖離が最も鮮明になる。したがって、ジレンマ回避型秩序の成立問題が秩序問題の中核を占めると考えることができる。以下では、節を改めてジレンマ回避型秩序の成立メカニズムについて考えることにしよう。

3. ジレンマ回避のメカニズム

3.1 二人囚人のジレンマと N 人囚人のジレンマ

ジレンマ回避については、二人囚人のジレンマ（二人 PD）、 N 人囚人のジレンマ（NP D）、いずれについても数多くの理論的・実証的研究が存在するが、ここでは、NP D の実

証的研究に絞って紹介する。

NPDの実証研究に絞る理由は2つある。一つは二人PDとNPDでは回避メカニズムが異なる可能性があり、NPDの方が回避がより困難と予想される点である (Dawes 1980 など)。繰り返し二人PDでは、TFT (相手がCならC、DならDを返す戦略。Axelrod 1984)、OFT (相手がCならC、Dならゲームをしない戦略。林 1993)、パブロフ (前回CCやDDならC、CDやDCならDを採る戦略。Nowak & Sigmund 1993) のように有力なスーパー戦略が知られていて、これらはいずれもD戦略 (非協力的な戦略) の侵入を阻止して、協力状態を維持することができる性能を持っている。これに対し、繰り返しNPDにおけるスーパー戦略には同様の性能を持つものが今のところ知られていない (大浦 1996)。

もう一つは、ジレンマ回避型秩序の背後にある状況はNPDの場合が多いことである。二人PD状況もNPD状況もあるプレイヤーの行動が、他のプレイヤーの利得に影響を及ぼすという意味で、行動に外部性がある状況である。外部性の及ぶ対象が一人に限定される場合が二人PDであり、二人以上に外部性が及ぶ場合がNPDであると考えられる。職場の事例では、ある社員が規律を守らずに業績が悪化したとすると、それはその職場の全員に何らかの不利益をもたらす。ゴミのポイ捨ての場合も環境の悪化による不利益は、特定の個人ではなく公園利用者全員に及ぶであろう。

社会を二者関係の集積と捉えて、二人PD回避メカニズムの考察によって社会秩序の形成にアプローチする方策もありうるが、外部性が複数他者に及ぶ場合も多い事を考えるとNPD回避メカニズムを探るアプローチも必要であると考えられる。この節では、まずNPD回避の実験的研究を概観することでNPD回避の至近メカニズムを探り、さらに次の節でNPD回避の究極要因について考察することにしよう。

3.2 NPDの実験的研究

NPDの実験的研究に関する Kollock(1998)や Komorita & Parks(1995)、山岸(2002)のレビューによると、NPDや類似の利得構造を持つ公共財供給の実験では、次の要因が協力的行動を促進あるいは抑制することが明らかとなっている。

- 1) 社会的動機を持つプレイヤーは協力しやすい
- 2) 事前のコミュニケーションは、協力率を高める
- 3) 内集団の成員に対する協力率は高い
- 4) 効力感を高めると協力率が上がる
- 5) 集団の人数が増えると協力率が下がる

社会的動機は、自分や他者の利得の合計を増やそうとする心理的傾向である。NPDでは、協力行動のコスト c より、他者に与える利得増加の合計 Nb の方が大きいので、社会的動機の持ち主は協力行動を選択することが予想される。社会的動機の背後には、さらに他者の利得に対する共感や配慮、あるいは利得の合計を増やすことを好ましいとする功利主義的価値観へのコミットメントが存在すると推定される。

NPD実験を行う前に被験者相互で話し合いをする機会をもうけると、協力率があがることは一貫して観察される現象である (Orbell et al 1990、Liebrand 1984 など)。この原因とし

では、話し合うことで他者の行動を予測できるようになる、規範的な価値に訴えて説得したりされたりする（正しい行動とか裏切りといったレトリックが観察される）機会がある、明示的な約束をする機会がある、集団アイデンティティ（仲間意識）が高まる、といったメカニズムが指摘されている。

このうち、他者の行動が分かると協力率が上がる現象は、他者が協力するなら自分も協力しようとする応報戦略が採用されていることを示している。応報戦略の採用は、一般的信頼の高いプレーヤー（他者が協力行動をとっているプレーヤー）ほど協力率が高い（山岸 2001 など）という結果からも示唆される事柄である。

規範的な訴えや約束が有効となるのは、プレーヤーが規範的な価値にコミットしているか、それらに反することによる自己の評判の悪化を恐れていることを示唆する現象である。日常生活で評判が悪化すると、何らかのサンクションを受ける可能性が増えるが、その恐れが内面化されて実験場面でも影響を与えるのかもしれない。集団アイデンティティは次の内集団ひいきと関連の深い現象である。

プレーヤーを何らかの基準でグループ分けしてからNPD実験を行うと、自分と同じ集団の成員に対する協力率が、自分と異なる集団の成員に対する協力率より高くなる現象が観察される（Kramer & Brewer 1984、Tajfel 1970）。これが内集団ひいきで、日常的にもよく観察される現象であるが、そのメカニズムとしては、自分が同一視する内集団メンバーに協力すると自己評価があがる、内集団メンバーに対して協力すると、相手の協力を引き出しやすいという期待（コントロール幻想）がある、といったものが提案されている（神、山岸、清成 1996、Karp et al 1993 など）。内集団ひいきのメカニズムは不明な部分が多いが、一般他者ではなく、限定された他者に対する共感の存在や、限定された他者を対象とする応報戦略の存在を示唆する可能性がある。

協力行動による他者の利得の増加 b を増やしてNPD実験を行うと、協力率が増すことも知られている（Isaac & Walker 1988、Komorita et al 1980 など）。また、集合行動への参加の有無についてのアンケート調査では、自己の参加に対する効力感の認知と参加確率に正の相関が観察される（Klandermans 1986、鬼塚 2000 など）。他者への共感や社会的動機の存在を所与とすると、効力感の増加が協力率の増加につながることは予想できる現象である。

集団の人数が増えると協力率が下がることも、再現性の高い現象である（Komorita & Lapworth 1982、Bonacich et al 1976 など）。これは、人数の増加によって効力感が薄められてしまうこと、匿名性が高まりサンクションを受ける恐れが減ること、自分の行動がモニターされる危険性が減ることなどによると考えられている。効力感共感を前提とした現象であるが、匿名性の効果は日常生活で採用している対サンクション戦略が実験場面でも発動している可能性を示唆している。これは、各プレーヤーの行動をフィードバックして匿名性を取り除くと協力率が上がる（Sell & Wilson 1991）という実験結果とも整合性のある解釈である。

3.3 NPDの回避メカニズム

これらの知見を総合すると、現実に機能していると思われるNPD回避メカニズムは

- a) 効用関数のシフト

b) 応報戦略の採用

c) サンクション

の3つにまとめることができる。

効用関数のシフトは、共感による他者の利得への配慮や社会的価値へのコミットメントによって、自己の利得を修正したものを自己の効用とする現象である。具体的には、他者の利得に正の重みをつけて自己の利得に加えたものを自己の効用とする効用関数を採用したり、正直や勤勉といった社会的価値を内面化して、その価値を体現していると思う行動に効用を上乗せする効用関数が採用されていると考えられる。このような効用関数にもとづいて、自己の効用の極大化を目指すプレーヤーは、協力に相当する行動をとるようになると期待できる。

応報戦略は、「周りが協力していれば協力、非協力ならば非協力をとる」条件付戦略である。この戦略の存在はコミュニケーションの実験や、内集団ひいきの実験、信頼についての研究から推定される。他者への共感が無条件ではなく、協力的な他者に限定されている点に特徴があり、条件付で効用関数をシフトさせる戦略であると考えられる。応報戦略の存在下では、初期条件で十分に大きな協力率が与えられれば、その後協力状態が維持されうる。

サンクションは、非協力行動に対して罰を与えること、あるいは協力行動に対して褒美を与えることで、それぞれ負のサンクション、正のサンクションと呼ばれる。通常のNPD実験ではサンクション無しで協力を引き出せるかどうかを狙いとした実験デザインが用いられることが多いので、明示的にサンクションの効果が抽出されることは少ない。しかし、集団サイズの実験ではサンクションの間接効果と思われる現象が見られたし、現実の社会にもサンクションは明らかに存在している。サンクションは、プレーヤー自身の利得を変化させることができるので、サンクション存在下では利得極大化を目指すプレーヤー像の元でも、協力行動が取られることが期待できる。ただし、サンクションによるジレンマ回避は、サンクションを与えるプレーヤーの存在が前提となる。

以上より、「効用関数を、協力をポジティブに評価するようにシフトする人間像」と「他者に適切なサンクションを与える人間像」を想定すれば、ジレンマ回避型の秩序状態が導けることが期待できる。また、こうした人間像の想定は実証的にも妥当性を持つと考えられる。

4. ジレンマ回避の究極要因

4.1 究極要因解明の必要性

前節までの考察で秩序問題は解決した、と考えることも可能である。「人間像Aのもとでは現実の社会状態Bは導けないが、A'のもとではBを導くことができる。このA'には実証的な妥当性がある」ことが示されたのであるから。

しかし現実にはA'の場合が多いとしても、「なぜAではなくてA'なのか」を問うことは依然として可能であるし必要である。直感的には自己利益の増加をポジティブに評価する人の方が、それをネガティブに評価する人よりも自然であるし、理論的にも後者の集団に前者が侵入可能である。にもかかわらず、自己利益の増加をネガティブに評価する場合があるの

はなぜであろうか。サンクションについては、それを実施するためにも、実施に備えて他者の行動をモニターするためにもコストが必要であるが、なぜそのようなコストを負担する人がいるのであろうか。

A' という人間像にまつわるこうした不自然さが、秩序問題に人々がある種の不安を感じる源泉であろうと筆者は考えている。A' ではなく A であれば秩序は維持されないのであるから、A' である理由が不明なのは不安なことである。以下では「なぜ A ではなく A' なのか」という問いにアプローチすることを試みよう。

ところでここまでは、学習型の進化ゲームモデルを用いてミクロマクロ推論を行ってきたが、以下では遺伝型モデルを用いて、A' なる人間像が進化してきたメカニズムを探ることにする。学習型モデルでは、何らかの学習アルゴリズムを想定した場合に生じるダイナミクスを考察するので、ある人間像を想定した場合にどのような社会状態が生じるかを考察するのにむいている。しかし、なぜそのような学習アルゴリズムをプレイヤーが持つのか、については扱うことはできない。学習アルゴリズムを学習するメタ学習アルゴリズムを想定して、メタ学習モデルを立てることは可能であるが、その場合もなぜそのようなメタ学習アルゴリズムをプレイヤーが持つのか、という問題が生じてしまう。

遺伝型モデルは、この種の「無限の先送り」を断ち切る性能を持っている。遺伝型モデルで仮定されるのは淘汰圧である。どのような淘汰圧が存在するときに、どのような形質が進化するのかをさぐるのが遺伝型モデルの使命であるが、淘汰圧はさらに、生物を取り巻く環境の関数である。従って、遺伝型モデルを用いれば人間が A' という形質を持つに至ったのは、どのような環境のもとで進化してきたためであるのか、についての知見を得ることができる⁸⁾。

ある現象をもたらす生物内部のメカニズムを、その現象の至近要因（至近メカニズム）といい、その至近メカニズムの進化をもたらした環境要因を、もとの現象の生じる究極要因という。遺伝型モデルは、この究極要因を明らかにする性能をもっているといえる。以下では遺伝型モデルを用いて、ジレンマ回避型秩序が生成する究極要因を検討してみよう。

4.2 N人囚人のジレンマにおける遺伝ダイナミクス

ここではまず通常のN人囚人のジレンマの仮定のもとで、A' なる人間像が遺伝ダイナミクスによって進化できるかどうかを検討する。

N人囚人のジレンマ状況にあるプレイヤー集団を考えよう。プレイヤーにはC行動とD行動の2つの選択肢が存在し、C行動をとると、自らの利得を c 下げる代わりに、全員の利得を b ずつ引き上げることができる。D行動をとると何も起こらない。ここで $b < c$ と仮定する。

プレイヤーの戦略は、効用の感じ方（状態の評価戦略）である。一つは、自分の利得をそのまま自分の効用と感ずる評価戦略である。これを評価戦略Aとする。もう一つは、他のプレイヤーの利得に重み w をつけて自らの利得に加えた値を効用とする戦略である。これを評価戦略A' とする。遺伝ダイナミクスを考えるので、これらの評価戦略は遺伝によって親から子へ継承されるものとする。プレイヤーの利得は適応度（子供の数の期待値）の増減であ

る。

評価戦略Aをとるプレーヤーにとって、C行動の効用は $b - c$ であり、D行動の効用は0である。 $b < c$ を仮定しているので、常に(Cの効用) < (Dの効用)が成立する。したがって、評価戦略Aをとるプレーヤーは常にD行動をとると考えられる。

これに対し、評価戦略A'をとるプレーヤーにとっては、C行動の効用は $(N - 1)wb + b - c$ であり、D行動の効用は0である。これより、

$$w > (c - b) / (N - 1) b$$

のときは常に(Cの効用) > (Dの効用)となるので、評価戦略A'を採用するプレーヤーは w が十分大きければ常にCを採用と考えられる。以下、 w は十分大きい場合を考える。

さて、 N 人の集団中にA'を採用するプレーヤーが x 人、Aを採用するプレーヤーが $(N - x)$ 人いるものとしよう。このとき、C行動を採用する人が x 人、D行動を採用する人が $(N - x)$ 人となるので、

$$A' \text{ を採用する人の利得} = b x - c$$

$$A \text{ を採用する人の利得} = b x$$

となる。したがって、常に

$$(A \text{ を採用する人の利得}) > (A' \text{ を採用する人の利得})$$

が成立する。2戦略の遺伝ダイナミクスでは、利得の高い戦略のシェアが増加し、低い戦略のシェアが減少するので、Aのシェアが常に増加し、集団全体をAが占める状態がこの場合の漸近安定状態となる。

この結果は、今の仮定の下では評価戦略A'が進化することではなく、他者の利得に重み付けをして自己の効用に加算するプレーヤーは集団中で生き残ることはできないことを示している。同様な分析を行うと、規範を内面化してC行動の効用に評価を上乗せしてD行動の効用よりも上回らせるタイプのプレーヤーも、この条件下では進化することができないことがわかる。

一般に、ある評価戦略を用いる学習アルゴリズムは、その学習アルゴリズムの指示する行動が相対的に低い適応度しかあげられない場合には、遺伝ダイナミクスのもとでは進化することができないことが知られている(Harley 1981、大浦 2001)。従って、C行動を採用することがD行動を採用する場合より適応度のレベル(主観的な効用のレベルではなく)で有利となる条件下でなければC行動を指示する学習アルゴリズムは進化することはできない。しかし、C行動が適応度のレベルでD行動よりも有利となることは、C行動の定義上ないように見える。にもかかわらず、C行動を指示する学習アルゴリズムは3節で検討したように存在する。ここに矛盾が存在するが、この矛盾を解く事がジレンマ回避問題の核心であるし、おそらく秩序問題の核心でもあると思われる。

5. 選択的相互作用モデル

4節では、C行動の効用をD行動より高く評価するA'タイプのプレーヤーは、適応度について(あるいは適応度と正の相関を持つ物理的な利得について)Aタイプのプレーヤーを

下回るならば、長い時間のうちには集団中から失われてしまうことをみてきた⁹⁾。

現在、A'タイプのプレーヤーが存在するという事は、少なくとも遠くない過去の時点でA'タイプのプレーヤーの適応度や利得がAタイプのプレーヤーの適応度や利得を上回る状況があったことを示唆している。それはどのような状況だったのであろうか。この節ではこの点について考えてみよう。

5.1 外部性の濃淡と共分散法

C行動がD行動よりも適応度のレベルで平均的に有利になる状況では、A'タイプのプレーヤーの適応度はAタイプのプレーヤーの適応度を上回ることができる。以下では、C行動の平均適応度や平均利得がD行動の平均適応度や平均利得を上回るのはどのような状況であるのかを考えることにする。

4節のモデルでは、C行動の正の外部性（あるいはD行動の負の外部性）は、他のプレーヤー全員に等しく及ぶことが想定されていたが、この条件下では、C行動の利得が常にD行動の利得を下回ってしまった。そこでこの条件を緩めて、C行動やD行動の外部性が他のプレーヤーに等しく及ぶのではなく、プレーヤーによって外部性に濃淡がある場合を考えてみよう。現実の社会でも、地理的あるいは社会的に近い相手には外部性が及びやすく、遠い相手には外部性が及びにくい場合が多いので、外部性の濃淡は現実性のある仮定といえるであろう。

具体的に、全体集団の中にいくつかの小集団が存在して、外部性の及ぶ範囲がその小集団の内部に限定される場合を考えてみる。この場合、もしいくつかの小集団でC行動ばかりが採られ、別の小集団ではD行動ばかりが採られるならば、C行動を採るプレーヤーの平均利得がD行動を採るプレーヤーの平均利得を上回ることがありうる。

一般に小集団が n 個存在して、小集団 i における

C行動の割合を x_i

小集団 i の平均利得を u_i

$\Delta u_i = (\text{Cの利得}) - (\text{Dの利得})$

とすると、

$$\text{Cov}(x_i, u_i) + E[x_i(1 - x_i)\Delta u_i] > 0$$

のとき全体集団において

$$(\text{Cの平均利得}) > (\text{Dの平均利得})$$

となる（プライスの共分散法。Covは共分散、Eは平均を示す。Price 1970 参照）。

これより Δu_i が常に負の場合でも、 $\text{Cov}(x_i, u_i)$ が十分に大きな正の値の場合には、全体集団における平均利得でCがDを上回ることができることがわかる。共分散を相関係数を用いて書き直すと

$$\text{Cov}(x_i, u_i) = r(x_i, u_i) \sigma(x_i) \sigma(u_i)$$

となる（ r は相関係数、 σ は標準偏差を示す）。つまり、小集団中のCシェアと小集団の平均利得との相関が正で、Cシェアと小集団平均利得の分散が十分に大きい場合には全体集団における平均利得でCがDを上回る場合がありうる。

社会的ジレンマの利得構造では $r(x_i, u_i)$ は常に正である。一方、 $\sigma(x_i)$ は利得構造ではなくて小集団の構成に依存する値で、同じ利得構造のもとでも大きくも小さくもなりうる。 $\sigma(u_i)$ は、利得構造と小集団構成の両方に依存する値で、Cの多い小集団とDの多い小集団の利得の差が大きく、小集団間のCシェアのばらつきが大きいと大きくなる値である。

以上より社会的ジレンマ状況でも、Cの多い小集団とDの多い小集団の利得の差が十分大きな正の値で、小集団ごとのCシェアのばらつき $\sigma(x_i)$ が十分大きい状況では、全体集団における平均利得でCがDを上回ることができると期待できる。たとえば、いくつかの小集団でC行動ばかりが採られ、いくつかの小集団でD行動ばかりが採られる状況ではCシェアのばらつき $\sigma(x_i)$ が大きいので、全体集団における平均利得でCがDを上回る可能性がある。逆にどの小集団でもCとDの割合がほとんど変わらない状況では、 $\sigma(x_i)$ が小さいので、全体集団における平均利得でもCがDより下回る可能性が高いと考えられる。

5.2 小集団間の移動の効果

前節で考察した条件のうち「Cの多い小集団とDの多い小集団の利得の差が十分大きな正の値」という条件は、社会的ジレンマの利得構造が変化しない限りは変化しない。しかし「小

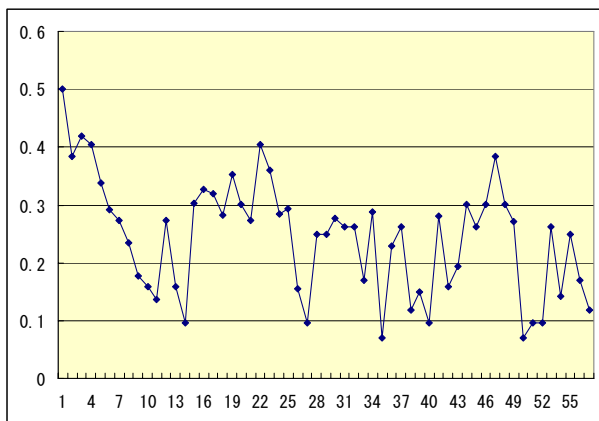


図1 ランダム移動時の $\sigma(x_i)$ の変化

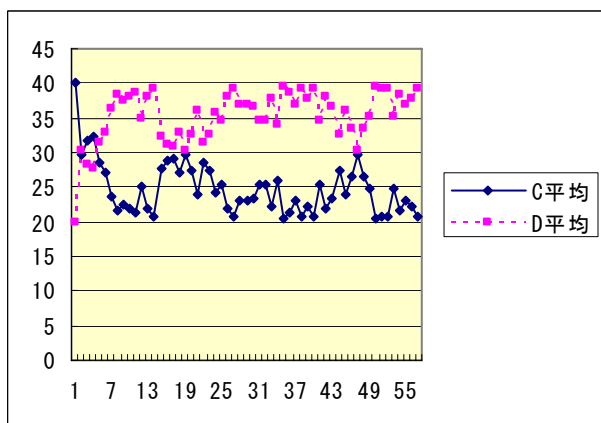


図2 ランダム移動時の各戦略の利得

集団間のCシェアのばらつき $\sigma(x_i)$ が大きい」という条件は、利得構造が変化しなくても小集団のプレイヤー構成が変われば変化してしまう。たとえば、小集団間でプレイヤーの移動が生じると小集団の構成が変わり $\sigma(x_i)$ の値も変化するであろう。ここでは、小集団間のプレイヤーの移動と $\sigma(x_i)$ との関係を考えてみよう。

まず、プレイヤーが小集団の間をランダムに移動する場合を考える。図1は16人のプレイヤーが四個の小集団の間をランダムに移動した場合の $\sigma(x_i)$ の変化を示している。小集団が四個の場合、 $\sigma(x_i)$ は0から0.5までの値をとるが、図1の初期状態はCのみの小集団とDのみの小集団が二個ずつある状態で、 $\sigma(x_i)$ は最大値の0.5となっている。

この状態からランダムに選んだ5人のプレイヤーの所属小集団をランダムに変えていった結果の一例が図1である（次の所属小集団をランダムに選んでいるので、

次も同じ小集団に所属することがありうる）。移動の結果、CプレイヤーとDプレイヤーはすみやかに入り混じり、 $\sigma(x_i)$ は0.2前後の値に低下した。

CプレイヤーとDプレイヤーの利得を

$$C(x) = 40x/n$$

$$D(x) = 40x/n + 20$$

として平均利得の推移を求めると図2となる。ここで n は小集団の人数、 x は小集団内のCの人数で、実験的研究でよく用いられるタイプの利得関数である。

図2から、初期状態で $\sigma(x_i) = 0.5$ のときにはCの平均利得がDの平均利得を上回っているが、 $\sigma(x_i)$ が低下して0.2前後になると、Dの平均利得がCの平均利得を上回ることがわかる。一般に小集団間のランダムな移動は、小集団間のCシェアの分散を引き下げるため、ジレンマ回避を困難にすると考えられる。

5.3 選択的移動の効果

Orbell & Dawes (1990) や 林(1993) は 二者 囚人のジレンマゲームについて、選択的な相互作用が行なわれるならばC同士のペアが出来やすくなり、Cの平均利得がDの平均利得を上回る可能性を指摘した。この選択的相互作用の考え方を n 人ジレンマゲーム¹⁰⁾ に拡張したものとして、小集団間の選択的な移動を考えてみよう。

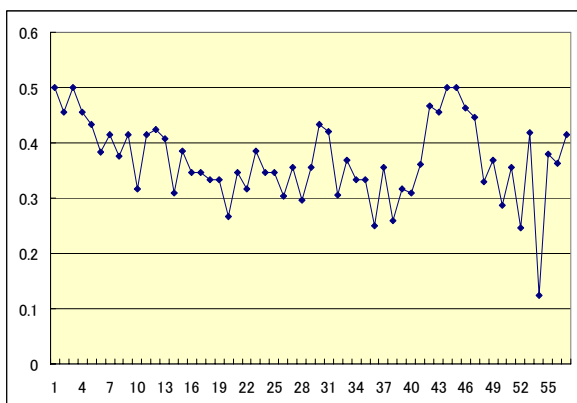


図3 選択的移動時の $\sigma(x_i)$ の変化

図3は図1と同じ初期条件について、ランダムな移動と選択的移動が交互に生じた場合の結果の一例である。選択的移動のルールは

- 1 選択的移動はCプレイヤーのみが行なう
- 2 同じ小集団にDプレイヤーがいるとき、Cプレイヤーは移動を試みる
- 3 移動先は最もCシェアの高い小集団とする

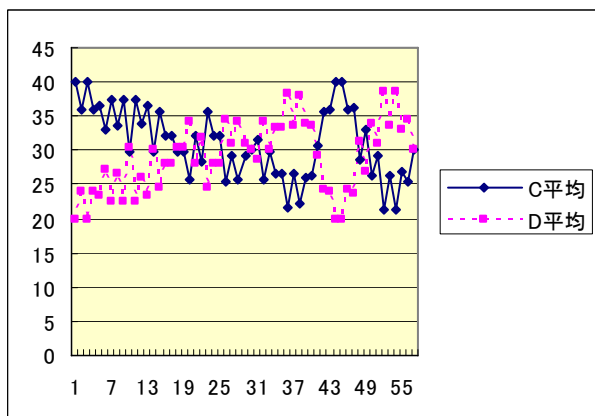


図4 選択的移動時の各戦略の利得

プレイヤー2人をこのルールにしたがって移動させた。

このときのCシェアの標準偏差 $\sigma(x_i)$ の推移を図3に示す。ランダム移動によって減少し

の三つで、1回の選択的移動フェイズにつき、もっともCシェアの少ない小集団のC

た $\sigma(x_i)$ が選択的移動によって回復し、おおむね $\sigma(x_i)=0.35$ 前後の水準を維持していることが分かる。このため、Cの平均利得もDの平均利得よりも高い状態かなりの期間維持されている（図4）。

このように、選択的移動が存在する場合には n 人ジレンマ状況でも平均利得のレベルでC行動がD行動よりも得になる場合があることが分かる。

6. 本プロジェクトの課題

5節では、選択的移動が存在する場合には平均利得のレベルでC行動がD行動よりも得になる可能性があることが示された。この場合、C行動の効用をポジティブに評価する効用関数の持ち主の平均適応度が、そうではないプレイヤーの平均適応度よりも高くなるので、C行動をポジティブに評価する心理的メカニズムが遺伝的ダイナミクスによって全体集団中に維持されることになる。言い換えると、4節で考察したA'タイプの間人像は選択的移動を含む選択的相互作用の結果として、存続している可能性がある。

本プロジェクトでは、この可能性について検討することを試みた。検討課題は次の二つである。まず<選択的移動>という戦略自体が存続可能であるかどうかを理論的に検討することを試みた。特に、移動にコストが必要な場合に選択的移動が集団中に維持されうるのかどうかという点と、Dプレイヤーが選択的移動を行なう場合にもCプレイヤーの選択的移動が得になるのかどうかという点が解析的方法とコンピュータシミュレーションによる方法で検討された（第2部）。その結果、移動コストがある場合や、Dプレイヤーが選択的移動を行なう場合にもCプレイヤーの選択的移動が存続する場合があることが示された。

次に、選択的移動という現象が実際に見られるのかどうかを実証的に検討することを試みた。もし、選択的移動が見られなければ、選択的移動によるジレンマ回避というシナリオは妥当性を持たないことになる。

本プロジェクトでは、この点について実験室実験と社会調査の二つの方法で検討した。実験室実験では所属集団が変更可能な条件で社会的ジレンマ実験を行なうことによって、所属集団の選択的な変更が見られるかどうかを調べた（第3部）。社会調査では、ホワイトカラー若年層の転職行動を調べることで、現実社会で選択的な移動行動が見られるかどうかを検討した（第4部）。その結果、実験室実験では明瞭に選択的移動が行なわれることが示された。社会調査の結果はそれほど明瞭ではないが、協力的な人ほどよく転職をする傾向がみられた。

本プロジェクトではさらに、社会学的な研究に進化ゲーム理論という方法論を用いることの妥当性についての検討や、社会的ジレンマに関連する様々な関連研究が行なわれた（第5部、第6部）。

【付記】

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)(1)「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」（研究代表者：大浦宏邦、課題番号 14310095）の助成を受けており、その成果の一部であ

る。

【注】

1) 究極要因と至近要因は進化生物学の鍵概念で、生物にある種の行動をとらせたり形質を発現させたりする生理的なメカニズムを至近要因、そのような生理的メカニズムを進化させた環境要因を究極要因という。例えば春になると多くの鳥が巣作りを始めるが、日長の伸びによって性ホルモンの分泌が盛んになることが春期営巣の至近要因、春に繁殖を行うことで十分な子供の成育期間が確保でき、子供が越冬できる確率が最大となることが春期営巣の究極要因である。

秩序問題の文脈では、秩序形成を可能にする心理的なメカニズムが秩序形成の至近要因（2、3節で考察）、そのような心理メカニズムを進化させた環境要因が秩序形成の究極要因（4、5節で考察）に相当する。

2) 2003年4月7日、日本語ページの検索結果

3) プレーヤーが試行錯誤や模倣や最適反応などの学習アルゴリズムにもとづいて戦略を修正することで生じるダイナミクスを学習ダイナミクスという。試行錯誤は、経験的に利得の高い戦略を進んで採用し、利得の低い戦略の採用を差し控えるようになるアルゴリズム、模倣は高い利得を得ているプレーヤーの戦略を進んで採用するアルゴリズム、最適反応は集団中の戦略頻度や対戦相手の戦略採用確率を観察し、それに対し自らの利得が最大になるように戦略を選択するアルゴリズムである。

4) 試行錯誤型、最適反応型の二者学習モデル、模倣型、最適反応型の集団学習モデルにおいては、strict Nash 均衡が学習ダイナミクスの漸近安定状態となる。

なお、モデル内要因のみが働く場合に状態変化が生じない状態を定常状態というが、何らかの原因によって状態のずれが生じた場合の挙動によって定常状態は3通りに分類される。定常状態から多少ずれが生じて、ダイナミクスによってもとの状態に戻ってくるような場合を漸近安定、状態が多少変化した後、ずれがある程度の範囲に収まる場合をリアプノフ安定、少しでも状態がずれるとダイナミクスによってずれがどんどん拡大してしまう場合を不安定という。

5) 本来、このゲームは次のような展開形ゲームである。

		(0, 0)	
	／非威嚇		
[先手]		(2, -2)	
	＼威嚇	／服従	
		[後手]	
		＼抵抗	
			(-5, -5)

これを標準形に書き直したものが本文中の利得表である。このゲームは strict Nash 均衡が一つしかない点でチキンゲームとはやや異なるが、Nash 均衡が二つ存在し strict Nash 均衡での利得に非対称が存在する点ではチキンゲームと同じである。

6) 試行錯誤などによる学習の場合、利得が極大の状態に収束することが一般的で、必ずしも利得が最大になるとは限らない。

7) 「熱心」に働くとコスト c がかかる代わりに、各自の利得を b 引き上げることができるとすると、 $b < c$ のとき各プレーヤーは熱心に働く誘因を持たないが、 $Nb - c > 0$ のとき「全員が熱心」の状態がパレート効率的となる。したがって

$$b < c < Nb$$

のとき、職場の状況は N 人囚人のジレンマゲームになる。

8) もちろん、その環境要因がなぜ生じたのか、という問いを発することも可能であるが、「なぜか分からないが A' だ」としか分かっていない場合よりも、「 E という環境要因が存在していれば A' が維持される」ということが分かっている場合の方が不安は軽減されるであろう。

9) 一般に遺伝ダイナミクスは数十世代程度（数百年～千数百年程度）のタイムスケールで戦略頻度の変化をもたらす。過去に存在した A' を有利とする淘汰圧が現在（たとえば産業革命以降）は存在しないとすると、 A' タイプのプレーヤーは最短で数百年で集団から失われる可能性がある。

10) 全体集団の人数を表すときに N 、小集団の人数を表すときに n を用いる。

【文献】

- Axelrod R. 1984. *Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. (松田裕之訳 1998. 『つきあい方の科学』 ミネルヴァ書房)
- Bonacich P., G.Shure, J.Kahan, R.Meeker 1976. "Cooperation and group size in the n-person prisoner's dilemma." *J.Conflict Resolution* 20:687-706
- Blau Peter M. 1964. *Exchange and Power in Social Life*, New York: John Wiley. (間場寿一・居安正・塩原勉訳、1974. 『交換と権力—社会過程の弁証法社会学』新曜社)
- Dawes R. 1980. "Social Dilemmas" *Annu.Rev.Psychol.*31:169-93
- Harley C.B. 1981. "Learning the evolutionarily stable strategy" *J.theor.Biol.*89:611-33
- 林直保子 1993. 「TIT-FOR-TATからOUT-FOR-TATへ — ネットワーク型囚人のジレンマにおける戦略選
手権 —」 『理論と方法』 8:19-32
- Isaac R.M.,J.Walker 1988. "Group size effects in public goods provision: the voluntary contribution mechanism." *Q.J.Econ.*103:179-99
- 石原英樹,金井雅之 2002. 『進化的意思決定』 朝倉書店
- 石原英樹、大浦宏邦、小林盾 2003. 「所属集団を変更できる社会的ジレンマ実験 (2) 戦略の抽出と利
得」 『第35回数理社会学会大会研究報告要旨集』数理社会学会 20-23
- 神信人、山岸俊男、清成透子 1996. 「双方向依存性と”最小条件集団パラダイム”」 『心理学研究』 67:77-83
- Karp D., N.Jin, T.Yamagishi, H.Shinotsuka 1993. "Raising the Minimum in the Minimal Group Paradigm." *Japanese Journal of Experimental Social Psychology* 32:231-240
- Klandermands B. 1986. "Individual behavior in real life social dilemmas: a theory and some reserch results." *Experimental Social Dilemmas*, ed.Wilke,Messick Rutte,pp.87-111. Frankfurt:Verlag Peter Lang
- Kollock P. 1998. "SOCIAL DILEMMAS:The Anatomy of Cooperation" *Annu.Rev.Sociol.*24:183-214.
- Komorita S.S., J.Sweeney, D.A.Kravits. 1980. "Cooperative choice in the n-person dilemma situation." *J.Pers.Soc.Psychol.*38:504-16
- Komorita S.S.,C.D. Parks 1995 "Interpersonal relations:mixed-motive interaction." *Annu. Rev. Psychol.* 46:183-207
- Komorita S.S., C.W. Lapworth 1982. "Cooperative choice among individuals versus groups in an n-person dilemma situation." *J.Pers.Soc.Psychol.*42:487-96
- Kramer R.M.,M.B.Brewer 1984 "Effects of group identity on resource use in a simulated commons dilemma." *J.Pers.Soc.Psychol.*46:1044-56
- 久慈利武 1991. 「秩序問題への個人主義的アプローチ」 『秩序問題と社会的ジレンマ』盛山和夫・海野道
郎編 ハーベスト社
- Liebrand W.B.G. 1984. "The effect of social motives,communication and group size on behavior in an n-person
multi-stage mixed-motive game." *Eur.J.Soc.Psychol.*14:239-64
- Nowak M., K.Sigmund 1993. "A Strategy of Win-stay, Lose-shift that Outperforms Tit-For-Tat in the Prisoner's
Dilemma Game." *Nature* 364:56-8
- Orbell J.,R.Dawes, A.Kragt 1990. "The limits of multilateral promising." *Ethics* 100:616-27
- 鬼塚尚子 2000. 「市民参加のジレンマ — 市民組織の選挙活動におけるフリーライダーの発生 —」 『選挙
研究』 15:139-151
- 大浦宏邦 1996. 「霊長類における群れの成立メカニズムについて」 『理論と方法』 11:129-44
— 2001. 「進化ゲーム理論の理論的射程」 『帝京社会学』 14:105-131
— 2003. 「農耕戦略の進化モデル 生産のジレンマとその回避」 『帝京社会学』 16:97-120
- Parsons T. 1937. *The Structure of Social Action: A Study in Social Theory with Special Reference to a Group of
Recent European Writers*, New York: McGraw-Hill.(稲上毅、厚東洋輔訳 1974-1989 『社会的行為の構造』

木鐸社.)

Price G.R. 1970. "Selection and Covariance" *Nature* 227:520-521.

左古輝人 1998. 『秩序問題の解明』 法政大学出版

盛山和夫 1991. 「秩序問題の問いの構造」 『秩序問題と社会的ジレンマ』 盛山和夫・海野道郎編 ハーベ
スト社

盛山和夫 1995. 『制度論の構図』 創文社

Sell J., R.K. Wilson 1991. "Levels of Information and contributions to public goods." *Soc.Forces* 70:107-24

Tajfel H. 1970. "Experiments in intergroup discrimination." *Scientific American* 223:96-102

Voss T., 1985. *Rationale Akteure und Soziale Institutionen: Beitrag zu einer endogenen Theorie des Sozialen
Tauschs.*, R.Oldenburger Verlag.

山岸俊男 2000. 『社会的ジレンマ』 PHP 新書

— 2002. 「社会的ジレンマ研究の新しい動向」 今井晴雄、岡田章（編）『ゲーム理論の新展開』 頸
草書房

Wilson, D.S. 1998. "Hunting, Sharing, and Multilevel Selection." *Current Anthropology* 31:73-97

【謝辞】

本論文の『理論と方法』からの転載にあたり、数理社会学会編集委員会より許可を頂きました。

Evolutionary Game Theoretical Approach for Order Problem

Hirokuni Oura

Department of Economy

Teikyo University

359 Otsuka, Hachioji-city, Tokyo 192-0395, Japan

In this paper, I examine how to approach for Order Problem by evolutionary game theory.

From the viewpoint of game theory, order phenomenon observed in human society can be classified into three types. They are order phenomenon of coordination game type, chicken game type and social dilemma avoidance type. It is most difficult type to explain social dilemma avoidance type.

As for the social dilemma avoidance, research on proximate factors which bring a state of cooperation in the N-person prisoner dilemma game (NPD) is proceeding. But, research on the ultimate factor which makes the evolution of these proximate factors possible is insufficient. Evolutionary game theoretical approach has possibility to explain the ultimate factor of the NPD avoidance by development of n-person selective interaction type evolutionary game model as the expansion of usual models.

Such approach can supplement the previous approaches for order problem.

Key words: Order problem, Social dilemma, Evolutionary game theory, Selective interaction model.

社会的ジレンマ問題への学際的接近

小山 友介 小林 盾
(東京工業大学) (シカゴ大学)
藤山 英樹 針原 素子
(獨協大学) (東京大学)
谷口 尚子 大浦 宏邦
(帝京大学) (帝京大学)

【要旨】

本論文では、社会的ジレンマ問題が現実には解決されている方法として、「プレイヤーが集団間を移動する」「ゲームをプレイする相手を選ぶ」効果を検討した。検討にあたって、数理モデルで示された集団間を移動する協力的な戦略が進化論的に生存可能な領域があることを示した後、その可能性を被験者実験と被験者への質問紙調査で管理された環境下での実際の人間行動を調べ、社会調査で実際の社会における人間行動を調べる、という3つの質的に異なるアプローチによる学際的接近を試みた。実験および社会調査データを分析した結果、数理モデルによる理論的予測で示された、「協力率が低い空間では逃げだし、協力的な空間を求める」戦略に近い行動をとる被験者（および回答者）の示すパフォーマンスは（最も高くはないが）高いことがわかった。

キーワード: 社会的ジレンマ、フリーライダー問題、選択的プレイ、実験、転職

1. はじめに:学際的接近

平成14年度-16年度科学研究費補助金(基盤研究B)「秩序問題への進化ゲーム理論的アプローチ」(研究代表者 大浦 宏邦)は、秩序問題(社会的ジレンマ問題)について、被験者実験・被験者への質問紙調査・社会調査・数理モデル・計算機実験等のさまざまな手法を用いて探索することを目的としている。特に、(問題を含みつつも)実際の社会でジレンマが解決されているのは「社会内に複数のグループがあり、グループ間で移動可能なことが影響しているのでは」との仮説のもと、「グループ間で移動可能な複数小グループ条件下での、小グループへの所属戦略(所属変更戦略),行動戦略」について研究を進めた。本稿では、その研究の概要を報告する。

今回の研究で、われわれは複数の手法による学際的な接近を試みた。それは、1)進化ゲーム理論に基づく理論(数理)モデル、2)被験者実験による接近、3)社会調査による接近、の3つである。各研究アプローチは、社会的ジレンマ問題に関する抽象的な議論から具体的な議論までのグラデーション上に位置している。

加えて、各アプローチにおいても新しい試みがなされている。

- ・ 理論モデルでは計算が困難な複雑な場合において、計算機実験で検証する。

- ・ 被験者実験は実験経済学的手続きに厳格に従うが、実験の前後に被験者に質問紙に回答してもらい、実験結果と被験者の回答の双方から被験者の意志決定に接近する。
- ・ 社会調査で用いた質問紙には被験者実験で用いた質問が含まれており、同種の心理傾向を持つ人の社会での行動（転職）を調べた。また、調査でもっとも回答して欲しい層（20代から40代の男性）のデータを集中して集めるため、社会調査ではあまり行われていないWEB調査を実験的に行った⁽¹⁾。

2. 社会的ジレンマ問題の概要とわれわれの仮説

利害関係者全員の利益を最大化させる方法（社会的合理性）と個人の利益を最大化させる方法（個人的合理性）が一致しない状態は社会内に多数存在する。この状態は「社会的ジレンマ(Social Dilemma:以下SDと略記)状態」と呼ばれている（盛山他（1991））。

2.1 定式化

Dawes(1980)に従ってSDゲームを定式化しよう。N人ゲームにおいて、各プレイヤーは二つの選択肢、C（協力）とD（非協力）を持っている。1回のゲームでプレイヤーが得る利得は、自分の選択と他のプレイヤーのうちで協力を選択した人数に依存する。協力者がm人のときの協力を選択したプレイヤーの利得をC(m)、非協力を選択したプレイヤーの利得をD(m)とする。このとき、1) $D(m) > C(m+1)$ かつ2) $D(0) < C(N)$ を満たすゲームを社会的ジレンマゲームと呼ぶ。N=2のとき、SDは有名な囚人のジレンマ(Prisoner's Dilemma:以下PDと略記)と同じ結果となる。SDはPDをN>3のケースまで拡張したものである。

1)から、「自分は非協力を選択する」ことが支配戦略となる。2)から、社会的には望ましい（パレート優位な状態）があるにもかかわらず、全員が自分の利益を最大化する行動をとった結果、その状態が達成されない（ジレンマ状態）であることがわかる。

囚人のジレンマは1) 同じゲームを2人が無限回繰り返し、かつ2)2回目以降の利益の評価率（現在価値への割引率）が十分大きいとき、相手への制裁（あるゲームで相手がDを選択したとき、次回以降にDを選択することで相手の利得を減少させる行動⁽²⁾）が有効である。しかし、SDでは、1) 裏切った相手が判別できないことがある、2) 制裁のためにDを選択することは、他のCを選択している人にとってはD選択者が一人増えただけになる。裏切った相手が判別可能でも、その人だけを制裁出来ないことが多い。

2.2 解決可能性

自己利益の最大化だけを目指す人が集まった状態では、SDのジレンマが解決されることはない。しかし、現実にはSD状態でも協力が崩壊してしまわない状況は多数ある。PDでのさまざまな知見から、われわれは「選択的プレイ」に注目した。

選択的プレイはOrbell and Dawes(1993)や林(1993)によって提示された概念で、それぞれのゲームプレイヤーがゲームの相手を探せるという状況下では、「C戦略者が他のC戦略者と高い確率でプレイする」ため、C戦略が有効となりうるというものである。SDでも同様に、

Dを選択するプレーヤーを避けてCを選択するプレーヤーが集まる可能性がある。

われわれは数理モデルと実験でSDにおける選択的プレイによるジレンマ解決の可能性を検討した。質問紙調査では、現実での選択的プレイに近い状況として、転職に関する質問を行った。

3. 数理モデルによる接近

数理モデルで選択的プレイの可能性を評価基準として、進化的アプローチを採用する。これは、現在の戦略シェアをもとにそれぞれの戦略の平均利得を計算して、「平均以上(以下)の利得をあげている戦略はシェアを拡大(縮小)する」と考えるものである。この基準で、協力的な戦略が非協力的な戦略より平均利得が上回る可能性があるかを調べる。

一般にSD状況における集団間の移動の存在は、協力を選択するに不利であることが知られているが(Wilson(1975)), 条件付移動と応報的要素を考えた戦略(離脱応報戦略)では、協力を選択する戦略が有利になる場合がある。

離脱応報戦略(Escapeing Triger 戦略もしくは Escaping TFT 戦略: 以下 ET 戦略)を以下に定義する:

1. 最初のプレイではCを採る
2. 同じ集団にDを採る者がいると次のプレイではDを採る
3. 同じ集団にDがいる時に移動の機会があると他の集団に移動する
4. 移動後の最初のプレイではCを採る

一方、移動型非協力戦略(Moving Deviation 戦略: 以下 MD 戦略)を「常にDを採り、同じ集団に(自分以外の)Dがいる時に移動の機会があると他の集団に移動する戦略」と定義する。以下、ET戦略がMD戦略の侵入を進化的に阻止できる(ET戦略の平均利得がMD戦略の平均利得を上回る)場合があるかを調べる。

n 人の集団が m 個存在し、各集団で以下に示す資源提供ゲームを行なっている状況を考える。各人は b の価値を持つ資源を集団に提供する/提供しないを決定する。資源を提供する人数が x 人のときの提供者の利得関数を $C(x) = \frac{f(x)}{n}$, 非提供者の利得関数を

$D(x) = \frac{f(x)}{n} + b$ とする。 $f(x)$ は x の増加関数で、 $f(0) = 0, f(n) > nb$ を満たす。

資源提供ゲームを $T \geq 1$ 回行なうと集団を移動する機会が訪れ、希望すれば所属集団を変更できるものとする。移動には $\xi \geq 1$ のコストがかかるとする。

プレーヤーが全員ET戦略であるならば、全員が毎回 $f(n)/n$ の利得を獲得して移動は発生しない。誰か一人が戦略をMDに変更したときの、MDの利得 $u(MD)$ とETの利得 $u(ET)$ を比較してみよう。

MDの現れた集団では初回MDがDを採りETがCを採るが、その後の回ではMDもETもDを採り、移動機会が訪れると全員が他の集団に移動する。ここまでのMDの利得とMDと同じ集団のETの利得 $u_1(ET)$ を考えると、

$$u(MD) = \frac{f(n-1)}{n} + b + (T-1)b - \xi$$

$$\begin{aligned} u_1(ET) &= \frac{f(n-1)}{n} + b + (T-1)b - \xi \\ &= u(MD) - b \end{aligned}$$

となる。この間、MD がない集団では ET が C を採り続け移動も発生しない。MD がない集団の ET の利得を $u_2(ET)$ とすると $u_2(ET) = T \frac{f(n)}{n}$ である。ここで ET の平均利得を $u(ET)$ とすると、

$$u(ET) = \frac{(n-1)u_1(ET) + n(m-1)u_2(ET)}{nm-1}$$

である。 $u(ET) > u(MD)$ となる条件を求めると次のようになる。

$$(f(n) - nb)T + n\xi > \frac{f(n-1) + (n-1)b}{m-1}$$

これより、 T, ξ が十分に大きいときは MD は ET に侵入できないことが分かる。実験で用いた条件 $n=4, m=4, b=20, f(3)=120, f(4)=160$ を用いて計算してみると、 $20T + \xi > 35$ より $\xi > -20T + 35$ となる。

これより、 $u(ET) > u(MD)$ となる領域が存在することがわかる⁽³⁾。

移動機会後は集団の人数が変化するが、 m が十分に大きい場合にはこの影響は小さいので、式に近ければ ET は MD の侵入を阻止できると考えられる。

以上は ET に MD が一人侵入する場合の分析であるが、シミュレーションによる研究では MD が複数侵入する場合でも侵入人数が多くない場合には MD の侵入が阻止されるという結果が得られている（小山他 2003）。また、固定型非協力戦略（Fix Deviation）を考えても ET は FD の侵入を阻止できることを示すことができる。

このように ET 戦略は非協力的な戦略の侵入を阻止して、条件付移動と協力行動を維持する性能を持っていることが分かる。このことは選択的プレーパラダイムによるジレンマ回避が NPD の場合にも理論的には可能であることを示す結果である。

では、実際に人々は ET 戦略に類似した戦略を採用しているのであろうか。数理モデルで仮定した ET 戦略をそのまま実験や調査環境に当てはめるには極端であるので、"ET 戦略的要素"として以下の項目を検討対象とする。

1. 初対面の相手（グループ）に対しての、協力選択率は全体の平均より高いこと。
2. 自分の協力選択率は、他の人々の協力選択率の増加関数であること。すなわち、周囲が協力的であるほど、自分も協力的に振る舞うこと。
3. 自分の移動選択率は、他の人々の協力選択率の減少関数であること。すなわち、周囲が非協力的であるほど、移動する確率が高まること。

4. 実験による接近⁽⁴⁾

4.1 概要

実験環境として、1 台のサーバマシンと被験者数と同数のクライアントマシンからなる LAN を構築した。実験は 16 台ないし 17 台のクライアントマシンとサーバがつながれ、専用開発された CGI を用いて行う。被験者数は 16 人か 17 人で、実験条件によって異なる。実験中の時間単位にはラウンドとフェイズがあり、ラウンドがより大きな時間単位である。実験は 10 ラウンド行われ、1 ラウンドは 5 回の寄付フェイズと 1 回の移動フェイズから構成されている（最終ラウンドは寄付フェイズのみで終了）。被験者は各フェイズで質の異なる意志決定を行う。実験中に被験者が得た利益は円表記で表示され、実験終了後に被験者は同額の謝金を受け取る（図 1）。

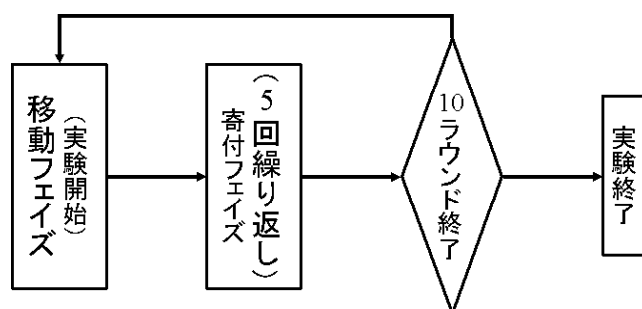


図 1 実験の流れ

(1)寄付フェイズ

被験者は A から D のいずれかのグループに属している。寄付フェイズは、所属グループ内で社会的ジレンマゲームを行う。

フェイズの初めに、全被験者はゲームマスターから 20 円受け取る。被験者は 20 円をグループに全額寄付するか、自分の手元に残すかを決定する。被験者が意志決定時に参照できる情報は、1)各グループの所属人数、2)直前寄付フェイズの自分の利益、3)所属グループで前回は寄付した／しなかった人数、4)前回の移動フェイズから直前の寄付フェイズまでの各グループの公共財価値の推移、の 4 種類である。

グループに寄付されたお金はプールされ、グループ全員が価値を享受できる公共財に変換される。グループ各人にとっての公共財の価値は、以下に示すルールに従って計算される。1 回の寄付フェイズでそれぞれの被験者が手にする利益は、手元に残した金額 (20 円か 0 円) と公共財の価値の合計である。

公共財の価値決定ルール：グループの人数を n 人、グループ内で寄付した人数を m 人とするとき、公共財の価値 v (円) は、 $k \frac{20m}{n}$ (円) とする。 k はグループ人数 n によって変化し、 $n=1$ の時は $k=1$ 、 $n=2$ の時は $k=1.5$ 、 n が 3 以上では $k=2$ とする⁽⁵⁾。

(2)移動フェイズ

被験者は決められた金額を払えば任意のグループに移動してもよい。払った金額は受取報酬からマイナスされる。被験者が参照可能な情報は、寄付フェイズの情報に加えて、各グループの直前ラウンドの平均公共財価値がある。被験者が移動しない実験条件では、「ラウンド終了」画面を表示して移動フェイズがある条件と同じだけの情報を被験者に示す。

4.2 実験環境

(1) 実験条件

移動コストが異なる 2 ケースと、対照群として移動コストがゼロの場合、実験中の移動が無い場合の 2 ケース、合計 4 ケースの実験を行った。被験者数は、移動コストが発生するケースでは 17 人（実験開始時には 5 人グループが 1 つと 4 人グループが 3 つ）、移動コストが発生しないケースでは 16 人（各グループ 4 人ずつ）とした（表 1）。

表 1 実験条件

	移動コスト	人数
移動なし	-	16 人
移動コスト高	50 円	17 人
移動コスト低	20 円	17 人
移動コストゼロ	なし	17 人

実験は 2004 年 6 月に関東の A 大学で行った。被験者は校内に掲示を出す方法で集めた。そのため、被験者は全員大学生である。実験日と実験条件は表 2 の通りである。実験は計 8 回行った。実験ごとに被験者は全て入れ替えたため、実験参加者の総計は 148 人である。

表 2 実験日と実験条件

	1 回目	2 回目	3 回目
6/14	高	低	
6/16	高	無	低
6/18	無	ゼロ	ゼロ

(2) 質問紙

被験者には実験の前後に質問紙に回答してもらった。事前質問紙では、「他人への一般的信頼」「公共心」「集団へのロイヤリティ」などのいくつかの心理的属性を測る質問に回答してもらった。質問への回答は評定法を用い、被験者は質問に対して 5 段階ないし 7 段階の選択肢から一つを選んでもらった。事後質問紙では、被験者の行動を分析する際の資料となるような、実験中に何を意識して行動したのかについての質問に回答してもらった。

4.3 実験結果:被験者意志決定のロジスティック回帰分析

実験中の状況に応じて被験者の意志決定は変化するが、ここでは 1)自分が今回意志決定するまでの過去の実験中の結果、2)被験者の心理的性向、の 2 種類の影響の元に意志決定がなされているものと考え、意志決定に各要素が与える影響の大きさを評価する。評価方法としては、ロジスティック回帰分析を採用した⁽⁶⁾。

(1) 説明変数

回帰分析をするにあたって、被験者が回答した質問紙から、実験中の意志決定に関係しそうな「ねばり強さ (0.72)」「一般的信頼 (0.75)」「利益優先 (0.81)」「応報的協力促進 (0.71)」の 4 つの潜在変数を作成した（カッコ内はクロンバックの α 係数）。その後、被験者の寄付行動および移動行動の意志決定に対して、実験条件を示すダミー変数、実験中の状況変数、潜在変数を説明変数に用いてロジスティック回帰分析を行った。用いた変数一覧を、表 3 に示す。

表3 説明変数リスト

種類	内容
潜在変数	先述の4項目
属性変数	実験条件, 性別, 年齢
寄付フェイズ環境	グループ人数, ラウンド数 これまでの平均利得, フェイズ数
寄付フェイズ中に変化する変数	前回選択, 前回グループ寄付率 ラウンド内利得和

今期の寄付フェイズ（移動フェイズ）で寄付（移動）するを1, 寄付（移動）しないを0とし, これらの変数からステップワイズ法⁽⁸⁾を用いて統計的に有意な変数を選択した⁽⁹⁾.

(2) 寄付フェイズ

前回協力率と前回の本人の選択を説明変数候補に加えるため, 各ラウンドの2回目から5回目の寄付フェイズに対してロジスティック回帰を行う(N=5040). 結果を表4に示す. 実験環境ダミーで移動コスト20円が1%有意, 移動無しが10%有意だった. 移動コスト50円と移動コストゼロの間の有意差は発見できなかった. 加えて, グループ人数の効果は有意にマイナスだった.

表4 寄付フェイズ (基準: 移動コストゼロ)

変数名	係数	オッズ比
定数項	0.019	-
20円ダミー	-0.33***	0.67
移動なしダミー	-0.15*	0.86
前回選択	0.61***	1.85
前回協力率	1.56***	4.77
グループ人数	-0.10***	0.87
ねばり強さ	-0.031***	0.97
利益優先	-0.12***	0.88
欧法的協力促進	0.10***	1.11

注目すべきは, 前回のグループの協力選択率が高いほど, 自分の選択が寄付であるほど, 今回も寄付をする確率が高まることである. 「前回自分も寄付したし, グループの寄付率も高い→今回も自分は寄付するし, グループの寄付率も高い」という好循環, 「前回自分は寄付しなかったし, グループの寄付率も低い→今回自分は寄付しないし, グループの寄付率も低い」という悪循環が発生しやすいことがわかる.

心理尺度項目では, 自己利益を優先する人は寄付選択率が下がり, 応報的な協力促進を願う人では寄付選択率が上がることが確認できる. しかし, 他の二つよりは影響力の大きさは小さいが, ねばり強く努力する心理傾向の人が寄付選択率が下がってしまうことが興味深い.

(3) 移動フェイズ

被験者がグループを移動する条件を調べた結果が表5である(N=892). 移動コストが高まるほど移動確率が下がるという自然な結果が出ている. 加えて, 直前フェイズの寄付選択率が高いほど, 移動しなくなるのも自然な結果である. 興味深いのは, 利益を優先する傾向がある被験者は移動確率が下がることである.

表5 移動フェイズ（基準：移動コストゼロ）

変数名	係数	オッズ比
定数項	1.77***	
50円ダミー	-2.16***	0.12
20円ダミー	-1.52***	0.22
前回協力率	-0.87***	0.42
利益優先	-0.046**	0.96

(4) 実験結果まとめ

実験結果のロジスティック回帰分析から、1)周囲の協力率が高いと、本人の協力傾向が高くなる。2)周囲の協力率が低いと、移動率が高くなる、3)応報的な協力促進傾向が強い被験者は協力率が高まるという結果が得られた。これらの結果から、被験者の行動原理にET的傾向があることが確認できるだろう⁽¹¹⁾。

また、利益優先傾向が高い被験者は協力率が低くなる⁽¹²⁾だけでなく、実験条件をコントロールしてもなお移動率が下がることがわかった。この知見は、次に示す社会調査の結果とも整合的である。

5. 社会調査による接近⁽¹³⁾

社会的ジレンマが発生している状況のうち、現実に調査が可能な例を挙げるのは、実際にはかなり難しい。環境問題のように関連する人が極端に多かったり、時間とともに調査対象を取り巻く環境が変化してしまい主効果が何かわからなくなったりするからである。このような問題を含んでいることを認めた上で、われわれは「職場でのフリーライダー問題と転職」の関係を一つの例とみなし、転職経験の有無についてロジスティック回帰分析を行った。

5.1 職場でのフリーライダー問題

フリーライダー問題は「他人が生み出した公共的な価値（公共財）に自分は無償でただ乗りする」ことを指す。実験で用いた関数（公共財価値関数）が典型例である。しかし、職場はさまざまな業務が複雑に交錯しており、「誰がフリーライドしているか」を客観的に判定するのは（経験的、感覚的には自明であることも多いが）難しい。

ここでは、「役割分担が不明瞭で、誰かが何となく貢献することで職場が円滑に回っている仕事」が（公共財の定義である）「非排除性」と「非競合性」を満足しているものとみなし、「職場公共財」として定義する。また、「周囲の期待水準以下しか職場公共財を提供していない」ことをフリーライドとして定義する。

フリーライド傾向をはかる具体的な質問としては、「面倒なことでも進んでやる（逆転）」「後輩の面倒を見る（逆転）」「分担したことはなるべく避ける」「同僚が熱心なら手を抜く」「個人の利益より集団の利益」を用いる。

5.2 被験者と説明変数

データは、「転職に関する意識調査」で、全国に居住する30代・40代の男性ホワイトカラー労働者から得た。実施は2004年3月上旬、回答数は810人（回収率51%）。

回答者は、平均38.9歳（標準偏差5.5歳）、勤続年数は平均11.9年（標準偏差7.4年）、既婚者が70.9%、中・高卒が18.5%、短大・高専・専門学校卒が13.9%、大卒が57.8%、院卒が9.5%であった。

内訳は、産業別だと建設7.5%、製造28.1%、卸・小売・飲食8.0%、金融・保険5.2%、不動産1.9%、運輸・通信7.5%、サービス19.9%、公務員11.2%と、多岐にわたる。

職業別では、経営・役員3.7%、個人事業主・店主0.7%、経営・事務企画5.8%、営業・販売事務18.3%、基礎研究・技術研究1.4%、技術開発・設計17.0%、商品企画・開発2.6%、購買・仕入0.5%、製造・生産・品質管理6.5%、調査・広告・宣伝1.9%、情報処理（システム）13.1%、物流・配送2.2%、広報・編集0.4%、人事・総務・経理7.8%となる。組織の規模別では、99人以下が37.0%、100人から999人までが28.8%、1000人以上が32.8%を占める。

説明変数としては年齢、学歴（大卒以上／その他）といった回答者の属性項目に加えて、質問から「フリーライダー（0.59）」「応報性（0.60）」「モチベーション（0.68）」「コミットメント（0.66）」の4つの潜在変数を作成した。また、統制変数として、転職経験を調べる時に過去の職場満足、転職意図には現在の職場満足を用いる（5点法）。

5.3 分析結果

表6に結果を示す。フリーライダー傾向の影響がマイナス（転職率が下がる）、応報性の影響がプラス（転職率が上がる）と、実験結果と整合的な結果が得られた。加えて、同僚のやる気の影響がマイナス（やる気が高いほど転職率が下がる）であることも、これまでの議論と整合的である。

表6 転職経験に関するロジスティック回帰

変数名	係数	オッズ比
定数項	0.14	
大卒ダミー	-0.71***	0.49
過去の年収（万円）	0.00***	1.0
フリーライダー	-0.45**	0.64
応報性	0.12	1.13
モチベーション	0.59***	1.80
コミットメント	-0.31**	0.73
職場満足・勤務時間	0.19*	1.21
職場満足・仕事内容	-0.13	0.88
職場満足・上司との関係	0.04	1.04
職場満足・同僚のやる気	-0.31**	0.73
職場満足・業界の将来性	0.05	1.05
職場満足・研修機会	-0.49***	0.61
職場満足・評価	-0.04	0.96
職場満足・通勤時間	0.36**	1.43
職場満足・昇進見込み	-0.16	0.85

転職の結果を見るために、フリーライダーと非フリーライダーの間での年収変化と現在の

職場満足度を比較する。全員をフリーライドの度合いが高いグループと低いグループに中間値で分割して、「フリーライダー度の低い転職者(Non-freeride Switcher:NS)」「フリーライダー度の低い非転職者(Non-freeride Non-switcher:NN)」「フリーライダー度の高い転職者(Freeride Switcher:FS)」「フリーライダー度の高い非転職者(Freeride Non-switcher:FN)」に分ける。年収変化では、転職者は転職後にどれだけ年収が増加したか、非転職者では5年前⁽¹⁶⁾からの変化を回答してもらった。

比較の結果、4タイプのうち「フリーライダー度の低い転職者」は、年収変化と満足度ともに、もっとも高かった(表7)。年収では36.2万円上昇し(全体の平均23.4万円)、満足度では5点法で3.28であった(平均は2.99)。タイプ間の差は有意でない場合もあるが、傾向は見られるだろう。少なくとも、「フリーライダー度の低い転職者」が社会的に不利である証拠はみられない。

表7 転職による年収変化・満足度

	年収の変化			現在職場の満足度		
	Av.	S.D.	N	Av.	S.D.	N
NS	36.19	180.55	193	3.28	1.13	200
NN	32.00	102.40	197	3.01	1.09	203
FN	-11.52	143.91	128	3.05	1.15	133
FS	24.62	99.36	261	2.75	0.98	274
全体	23.41	135.83	779	2.99	1.09	810

5.4 社会調査まとめ

今回の結果から、フリーライダー傾向が高いと転職しないこと、応報性が高いと転職しやすいこと、が明らかになった。また、フリーライダー度の低い転職者が社会的にみて不利ではないことが見られた。

6. 結論

6.1 ET 戦略の有効性

これまでの議論で、実験という管理された環境でも、転職といった実際の社会状況での行動でも、被験者・回答者にET戦略的要素が存在することが明らかとなった。

また、社会調査の結果から、非フリーライダー的転職者が必ずしも社会的に不利を被っては居ないことが示唆された。山岸(1998)でも指摘されているように、他人を信用して協力的な態度を取る人間は他の人から利用される「頭の悪いお人好し」では決して無く、社会的にもしっかりと適応できていることが示唆された。実験と社会調査からの弱い示唆ではあるが、ET戦略が数理モデルの中だけでなく、実際にもそれなりに有効であると言えるだろう。

実際の転職ではさまざまなリスクが存在している。ET戦略は協力的行動にフリーライドされるリスクだけでなく、移動先に待ち受けるリスクをも引き受けなくてはならない。人間の能力的個人差を考慮に加えると、ET戦略的要素を持つ人は、「協力的態度を取った結果、少々周囲にフリーライドされても平気なぐらい能力の高い人」であるのかもしれない。

6.2 社会の構成員の多様性と社会の安定性

今回の一連の研究で明らかになったのは、ET 戦略的要素が人間に存在することだけではない。当然のことながら、MD 戦略的要素も、それ以外の要素も同じく人間に存在している。重要なのは、それらの人々が集まった社会内に、少なくとも社会が破綻して「万人の万人に対する闘争状態」に陥らない程度には ET 的戦略要素（もしくは協力的要素）が満たされていることである。

本稿で議論してきたような、被験者・回答者の持つさまざまな価値観やさまざまな状況への反応は、それぞれの人が社会環境に適応してきた結果形成された（すなわち「社会化」された）ものであると考えられる。人が生まれた段階では、社会は既に存在している。社会の新規参加者は現在の社会に適応的であるように社会化される。この連鎖によって社会的ジレンマは何とか回避されており、そういった社会化される価値観・反応の候補の一つとして、ET 戦略的要素は有力であろう。

【注】

- (1) 調査会社を利用した WEB 調査の利点は、1)データの回収が早い：質問文を確定してから 10 日前後、2)特定層だけのデータを集めやすい：特に回収率が低い 30 代から 40 代の男性データを集めやすい、といった利点がある。ただし、1)データが調査会社の回答者がプールに依存する、2)回答者がインターネット利用者に限られるため、職業や学歴構成にバイアスが生じる、といった問題点もある。
- (2) トリガー戦略（相手が一度でも D を選択した場合、次回以降に自分も D を選択することで、相手の利益を下げる）がその代表例。
- (3) $T \geq 2$ の場合、任意の $\xi > 0$ で $u(ET) > u(MD)$ 。
- (4) ここで挙げた分析の詳細は、小山他 (2004) を参照。
- (5) 人数が少ないところでは寄付の見返りを小さくすることで、実験中に被験者が 3 人以上のグループで行動しようとするインセンティブを与えるようにした。
- (6) 紙数の関係もあり、実験の全体的な結果は省略する。社会的ジレンマ実験でよく見られる傾向である、1) 社会的ジレンマゲームを繰り返すにつれて、協力選択率（このゲームでは寄付選択率）は徐々に低下する、2) しかし、一度ゲームの進行を止めて「もう一回始める」とアナウンスすると、それだけで協力選択率が回復する（リフレッシュ効果）、3) ゲーム参加者の規模が大きくなるにつれて、協力選択率が低下する（グループ人数効果）の 3 つの効果（Thaler1992）は確認されている。このことは実験手続きが正当で、実験がうまくいったことの傍証となるだろう。
- (7) 山岸(1998)で用いられた潜在変数。
- (8) 変数 ENTRY, STAY 基準はともに 10%とした。
- (9) 回帰分析にあたって、グループ内の人数が 2 人以下の事例は分析データから削除した。そのため、データ数が単純な人数 x ラウンド数になっていない箇所がある。
- (10) *が 10%, **が 5%, ***が 1%有意である。以下同様。
- (11) 本稿では省略したが、前回までの結果が存在しないラウンド最初の寄付フェイズでも、応報性が高い被験者は有意に協力率が高い、という結果が得られている。
- (12) さらに言えば、ラウンド最初の寄付フェイズの協力率も有意に低くなる。
- (13) ここで挙げた分析の詳細は、小林他(2004)を参照。
- (14) ここでの転職は、「出向」や「転籍」を含まない。厳密に別の組織へと職場を変更した場合のみを転職とみなす。
- (15) やや余談となるが、コミットメントの影響がマイナス、モチベーションの影響がプラスであることは、「職場へのロイヤリティ」と「仕事へのロイヤリティ」が全く別種のものであることを示しており、通俗的な日本の経営に関する議論とは異なる結果で興味深い。
- (16) パイロット調査での転職者の転職後経過年数の中間値。
- (17) このリスクの一部を、実験では移動コストとして表現した。

【文献】

- 盛山和夫・海野道郎（編）．1991．『秩序問題と社会的ジレンマ』ハーベスト社
- 小林盾・大浦宏邦・谷口尚子．2004．「転職と職場のフリーライダー問題：転職に関する意識調査(1)」『第38回 数理社会学会大会 研究報告要旨集』42-45.
- 林直保子．1993．「TIT-FOR-TAT から OUT-FOR-TAT へ：ネットワーク型囚人のジレンマによる戦略選手権」『理論と方法』19-32.
- 小山友介・大浦宏邦．2003．「所属集団を変更できる社会的ジレンマモデルの計算機実験」『シミュレーション&ゲーミング』169-178.
- 小山友介・神山英紀・藤山英樹・小林盾・針原素子・大浦宏邦．2004．「移動可能な社会的ジレンマ実験における被験者の行動原理」『日本シミュレーション&ゲーミング学会 2004 年秋季大会 アブストラクト集』
- R. Dawes. 1980. Social Dilemmas. *Annual Reviews of Psychology*. 169-93.
- 山岸俊男．1998．『信頼の構造』東京大学出版会，
- Thaler, R. 1992. *The Winner's Curse ---Paradoxes and Anomalies of Economic Life*. Princeton University Press.
篠原勝訳, 『市場と感情の経済学』, ダイヤモンド社, 1998.
- Wilson, Edward O. 1975. *Sociobiology : the new synthesis*. Belknap Press of Harvard University Press

【謝辞】

本原稿は「オペレーションズ・リサーチ」, Vol.13 No.2 169-178, 2003 に掲載されたものを, 研究会での合意をもとに一部用語(実験中の各場面の用語, 戦略の用語)を報告書に合わせて統一したものである. 掲載を許可して頂いた, 日本オペレーション&リサーチ学会に感謝する.