

〔論 説〕

## PD 協力問題におけるヒューリスティックス仮説の問題点

高 尾 健 朗

### 要 旨

1 回限りの囚人のジレンマでは、本来協力的行動を選択する誘因がないにもかかわらず、これまでに行われてきた数多くの実験では、協力行動を選択する被験者が無視できない数に及ぶことが報告されている。この原因についてのいくつかの代表的な仮説を要約し、特に、この問題を社会的交換に求めるヒューリスティックス仮説について、その根拠となる実験の問題点を検討する。そして、1 回限りの囚人のジレンマで協力行動を選択するプレイヤーが存在するのは、必ずしも彼らがそれを社会的交換状況と勘違いしているからとは限らないことを論証する。

### 目 次

1. はじめに
2. 囚人のジレンマと非協力ゲームの解
  - 2.1. 標準形ゲームと支配戦略均衡
  - 2.2. ナッシュ均衡の合理的選択論による解釈
3. PD 協力問題における仮説
  - 3.1. 合理的選択論の立場
    - 3.1.1. 限定合理性と混乱仮説
    - 3.1.2. 混乱仮説と誘因不十分説の問題点
  - 3.2. 社会的交換とヒューリスティックス仮説
    - 3.2.1. 行動の進化と社会的交換
    - 3.2.2. 裏切り者検知とフリーライダー排除
    - 3.2.3. ヒューリスティックス仮説
4. ヒューリスティックス仮説の検討
  - 4.1. 安心ゲームへの主観的構造変換
    - 4.1.1. 基本的な考え方
    - 4.1.2. 認知的バイアスの存在を裏付ける実験
  - 4.2. Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) による実験の検証
    - 4.2.1. 利得表と金額表の混乱
    - 4.2.2. 順次 PD と社会的交換の矛盾
5. 結論と課題

## 1. はじめに

よく知られているように、匿名性が保証された1回限りの囚人のジレンマ (Prisoner's Dilemma; 以下, PDと略す) では、本来協力行動を選択する誘因はなく、すべてのプレイヤーが非協力行動を選択するのが唯一の合理的な解である。

ところが、これまでに行なわれてきた1回限りの囚人のジレンマの実験では、必ずしもすべてのプレイヤーが非協力行動を選択するとは限らないことが報告されている。つまり、ある程度の割合で、必ず、協力行動を選択するプレイヤーが存在するのである。協力行動を選択するプレイヤーの割合は20~60%と、実験によってかなりのばらつきがあるが、その割合は無視できないほど大きい。このように1回限りの囚人のジレンマの実験で協力行動を選択するプレイヤーがかなりの割合に達する理由を説明する問題を、本稿ではPD協力問題と呼ぶことにする。

PD協力問題を説明するもっとも妥当性のある仮説として、山岸・清成&谷田 (2002) の用語に従うと、混乱仮説と呼ばれるものがある——たとえば, Andreoni (1995), Shafir & Tversky (1992) など——。多くの研究者は混乱仮説を (少なくとも部分的には) 支持するであろう。それは、ゲーム理論の全くの初心者の場合、囚人のジレンマの状況を容易には理解できない者が必ず存在するからである。山岸・清成&谷田 (2002) も、基本的には混乱仮説に同調している。ただし、なぜ混乱が生じるのかについて、社会的交換 (social exchange) と互惠性という観点からヒューリスティックス仮説というものを提唱し、いくつかの実験——特に、渡部・寺井・林・山岸 (1996), Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) ——により、人が1回限りのPDにおいて協力行動を選択するのは単なる混乱によるよりも社会的交換ヒューリスティックスが働いているからだと主張する。しかし、筆者は社会的交換ヒューリスティックスの影響を完全には否定しないが、Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) らが行なった実験から直ちにそのことを結論できるとは考えない。

本稿では、まず、第2章で、PD協力問題の基本的な問題点について簡単に述べる。次に、第3章において、1回限りのPDの実験において協力行動を選択するプレイヤーがなぜ存在するのか (PD協力問題) についての代表的な仮説を要約する。これは、本稿における論点を明確にするためである。第4章では、Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) 等で行なわれた実験を検討する。そして、それから得られる結論がPD協力問題の解答としては不十分なものであることを指摘し、それらの実験の結果は、むしろ混乱仮説を補強するものになってしまっていることを論証する。最後の第5章では、論点のまとめを行ない、本稿では述べるできなかった論点について要約しておく。

## 2. 囚人のジレンマと非協力ゲームの解

### 2.1. 標準形ゲームと支配戦略均衡

ここで、表1のような2人囚人のジレンマゲームを考えよう。表の書き方は少し違えているが、これは、山岸・清成&谷田（2002）でも説明に使われているものである。P1とP2はプレイヤーである。P1, P2ともC（協力）とD（非協力）の2つずつの戦略をもっている。P1は行を選択し、P2は列を選択する。表中の各セル内の数値のうち、前に書かれた数値がP1の利得、後ろに書かれた数値がP2の利得である。

表1 2人囚人のジレンマ

		プレイヤーP2	
		C	D
プレイヤーP1	C	2, 2	0, 3
	D	3, 0	1, 1

ただし、両プレイヤー間では、戦略の策定の前の話し合いはできないし、暗黙の協定もないものとする。このようなゲームを非協力ゲーム(non-cooperative game)という。さらに、両プレイヤーは、同時に、あるいは、時間的な前後があっても相手がどの戦略を選択したかを知らされずに自らの戦略を選択しなければならないとする。このようなゲームを同時手番ゲーム(simultaneous move game)という。非協力ゲームのうち、すべてのプレイヤーが1回だけ行動し(戦略を選択し)、かつ、それが同時手番であるゲームは標準形ゲーム(normal form game)あるいは戦略型ゲーム(strategic form game)と呼ばれる。また、プレイヤーが $n$ ( $\geq 2$ )人の標準形ゲームは、 $n$ 人非協力標準形ゲームと呼ばれる。囚人のジレンマは、2人非協力標準形ゲームの特殊な(しかし、もっとも研究されている)ゲームである。

プレイヤーP1とP2のもつ戦略の組は、(C, C), (C, D), (D, C), (D, D)の4つであり、それぞれ前にP1の戦略、後ろにP2の戦略が書かれている。たとえば、(C, D)とは、P1はCを選択し、P2はDを選択することを意味する。P1とP2が(C, D)に従って行動するならば、表1の右上のセルが達成され、P1は0の利得を、P2は3の利得を得てゲームが終了する。

ここで、プレイヤーP2はCを選択するものとしよう。このとき、プレイヤーP1はCを選択するよりDを選択した方がよい。今度は、プレイヤーP2はDを選択するものとしよう。このときにも、やはり、プレイヤーP1はCを選択するよりDを選択した方がよい。つまり、プレイヤーP1にとって、プレイヤーP2がCを選択しようがDを選択しようが、Dを選択した方が

よい。この意味で、戦略Dは戦略Cを強く支配している (strictly dominate), あるいは, DはCに対して強支配戦略 (strictly dominant strategy) であるという。プレイヤーP2にとっても, 戦略Dは戦略Cに対して強支配戦略である。したがって, プレイヤーP1, P2ともに合理的であるならば, 1回限りの囚人のジレンマの解は (D, D) になるはずである。この (D, D) のような強支配戦略の組からなっているゲームの解のことを強支配戦略均衡 (equilibrium of strictly dominant strategies) であるという。

## 2.2. ナッシュ均衡の合理的選択論による解釈

表1のゲームにおいて, 強支配戦略均衡 (D, D) は, ナッシュ均衡 (Nash equilibrium) でもある。因みに,  $n$  人非協力ゲームにおけるナッシュ均衡とは, 次のようなものである。

### ナッシュ均衡の定義

$i (= 1, 2, \dots, n)$  を任意のプレイヤー,  $s_i$  をプレイヤー  $i$  の戦略とし, 各プレイヤーのもつ戦略を1つずつ取り出し, それらを組にしたものを  $s = (s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_n)$  と表わす。このとき, すべてのプレイヤーに対して, 実際のプレイで自分  $i$  以外の他のすべてのプレイヤーが  $s$  によって示された戦略に従うとき, プレイヤー  $i$  が戦略  $s_i$  を選択せずに他の任意の戦略  $s'_i$  ( $\neq s_i$ ) を実際のプレイで選択しても利得を増加させることができないとすれば, 戦略の組  $s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$  はナッシュ均衡であるという。

表1の囚人のジレンマで, (D, D) が唯一のナッシュ均衡であることは容易に確かめることができる。なぜならば, P2がDを選択するとき, P1がDからCへ戦略を変えると, P1の利得は1から0へと減少し, 同じように, P1がDを選択するとき, P2がDからCへ戦略を変えると, P2の利得は1から0へと減少するからである。もちろん, P1, P2ともにDからCへ戦略を変えれば, 両プレイヤーともに利得を1から2へ増加させることができる (達成される状態は, (D, D) から (C, C) へと変わる)。あくまで, 自分だけが戦略を変えたときに得られる利得がどのように変化するかを考えるのがナッシュ均衡を理解するポイントである。

それでは, 合理的選択論の立場から, ナッシュ均衡をどのように解釈すべきであろうか。直観的に分かり易い解釈として, ナッシュ均衡とはプレイヤー間の意味のある合意点 (reasonable agreement) とする考えが挙げられる。ただし, プレイヤー間で事前の話し合いがなされている必要はなく, 各プレイヤーがナッシュ均衡という概念を理解しているだけで十分である (もし, プレイヤーがナッシュ均衡という概念を知らなければ, ゲーム理論家からアドバイスを受ける

かゲーム理論の本を読めばよい)。ここで、仮に、実際のプレイの前にナッシュ均衡ではない戦略の組が合意点としてすべてのプレイヤーに提示されたとしよう。しかし、このときには、この合意点（提示されたナッシュ均衡ではない戦略の組）は実際のプレイの際にその通りに実行される保証はない。なぜならば、そのような戦略の組が提示されても、他のプレイヤーがそれに従うならば、少なくとも1人のプレイヤーはその合意を破ればより多くの利得を得ることができるからである。

たとえば、表1のPDでは、(C, C)が合意点として提示されたとしても、実際のプレイで相手がそれを守れば、自分はDを選択することにより、より多くの利得が得られる。したがって、(C, C)はナッシュ均衡ではなく、実際のプレイでは破棄される可能性が高い。Cを協力(cooperate)、Dを裏切り(defect; 離脱, 離反)と呼ぶのには、このような含意がある。

しかし、表1のゲームにおける唯一の合理的な解、つまり強支配戦略均衡かつナッシュ均衡(D, D)はパレート最適<sup>1)</sup>(Pareto optimal)ではない。なぜならば、(D, D)から得られる利得よりも(C, C)から得られる利得の方が両プレイヤーともに大きいからである。そして、(C, C)は明らかにパレート最適である。つまり、1回限りの囚人のジレンマにおいて、人が合理的に行動しようとする、決してパレート最適な解が得られないということである。そのため、合理的選択論の立場から、囚人のジレンマにおいて非協力状態を解消しよう、これまで多くの研究がなされてきたのである。

囚人のジレンマにおいて非協力状態を解消する方法として、繰り返しPD<sup>2)</sup>(Repeated Prisoner's Dilemma: RPD)を想定するのがその代表的な一例である。この場合には、事情は変わる。なぜならば、繰り返しPDでは、これまで相手がどのような戦略を選択してきたか、自分の選択した戦略に対して相手はどのように反応したかを分析し、以後、自分はどのような戦略を採るのがもっとも合理的であるかを考えなくてはならなくなるからである。たとえば、繰り返しPDで、すべての段階で協力の組(C, C)を選択することが提示されたとしよう。このとき、近視眼的に多くの利得を得ようと目論み、あるプレイヤーがD(裏切り)を選択すれば、次の段階では相手もD(裏切り)で応酬することになり、長期的観点からは、必ずしも高い利得を得られることにはならなくなってしまう。そのため、繰り返しPD(正確には、無限回繰り返しPD)では、すべての段階で両プレイヤーがC(協力)を選択するという合意がナッシュ均衡になり得るのである。

実際に、繰り返し囚人のジレンマでは、プレイヤー同士が協力し合うという戦略の組が合理的な解になり得ることが示されている。特に、無限回繰り返し囚人のジレンマでは、すべての段階で両プレイヤーともに協力を選擇することがナッシュ均衡となることが証明されている

(ただし、唯一ではない。すべてのプレイヤーが非協力を選択するという戦略の組もナッシュ均衡である。無限回繰り返し囚人のジレンマでは、他にいくらかでもナッシュ均衡が存在する)。また、有限回繰り返し囚人のジレンマでは、Axelrod (1984) のトーナメント<sup>3)</sup>でも協力的な戦略 TFT (tit-for-tat) の優越性が示されている。TFT は、自分からは決して裏切らず、相手が裏切ったらすぐに報復し、相手が協力に戻ったら自分も協力で返すという戦略であり、Maynard Smith (1974, 1982) による進化的に安定な戦略<sup>4)</sup> (evolutionarily stable strategy: ESS) に近い性質もっていることが分かっている。

### 3. PD 協力問題における仮説

#### 3.1. 合理的選択論の立場

##### 3.1.1. 限定合理性と混乱仮説

経済学や従来のゲーム理論では、個人（あるいはプレイヤー）は合理的に自らの意思決定を行なうと仮定して議論が進められてきた。だからといって、経済学者やゲーム理論家がすべての人間が完全に合理的であると考えているわけではない。とりあえず、人間は合理的であると仮定して議論を進めた方が便利だからである。初めから不合理な個人を前提にして整合性のある議論ができるはずはない。特に、ゲーム理論では高度な情報処理能力を有し極めて合理的な選択を行なうプレイヤーを仮定してきた。この仮定が、ゲーム理論から得られる結論の現実妥当性について疑問をもたれてきた原因であることは言うまでもない。

サイモン (1987, Simon: 1955) は企業の経営行動の分析から、社会において、人が自分の行動を決定する際に、多くの場合、入手できる情報は限られ、不確実であり、しかも人間の思考能力もきわめて限られていることを指摘した。Simon (1955) の言う限定合理性 (bounded rationality) とは、このように情報も熟慮能力も制限された人間による合理的選択を表わす言葉である。つまり、人間は限定合理性の下で自らの意思決定を行なっているのが現実的であるというのである。この程度のことは、サイモンが指摘するまでもなく、誰でも気づいているだろう。

混乱仮説は、限定合理性の囚人のジレンマ (PD) 版であり、PD の利得構造を正確には理解していないプレイヤーが存在するという点に着目する。つまり、匿名性が保証された 1 回限りの PD において協力行動を選択するのは、PD の利得構造を理解していない人であるということである。要するに、PD の状況を十分には理解できていないため、適当に行動を選択しているわけである。あるいは、次のような解釈もなされる。それは、1 回限りの PD をあたかも将来において繰り返し相互作用があるかのように「混乱して」理解しているか、それとも現在の

1 回限りのPDを過去から連続して行なわれてきたかのように「錯覚して」協力行動を選択してしまうプレイヤーが現れるのだというものである。この立場に立つと、すべてのプレイヤーが1 回限りのPDの利得構造を完全に理解していれば、ほとんどのプレイヤーは非協力(D)を選択することになる。

また、混乱仮説と類似の説明として、誘因不十分説がある。誘因不十分説とは、PDの実験で用いられる誘因は現実のPDでの誘因に比べて小さすぎるため、実験では協力行動を選択するプレイヤーが出現するというものである。PDの実験では、主に学生相手に、うまく振る舞えば数百円とか数セントといった金額が増加されるにすぎない。つまり、PDの実験では誘因が不十分なため、入念にPDの利得構造を考察することなく、何気なく協力行動を選択することである。ということは、誘因が十分だとほとんどの実験参加者が非協力行動を選択するということになるだろう。たとえば、うまく振る舞った者は何十万円を得、そうでない者は何十万円も損をする場合とか、オリジナルの囚人のジレンマの場合、つまり、裏切った者は無罪放免かごく短期の懲役刑で済み、裏切られた者は長期の懲役刑に処せられるというような場合には、非協力行動が選択されることになる。

### 3.1.2. 混乱仮説と誘因不十分説の問題点

Andreoni (1995) らの立場に立った混乱仮説を、誘因不十分説も含めて、本稿では合理的選択論的混乱仮説（長いので、以後、合理的混乱仮説と略す）と呼ぶことにする。本稿で言うPD協力問題の解答は、この合理的混乱仮説だけで十分なものに思われるかもしれない。しかし、合理的混乱仮説では、なぜ混乱が生じるのかを完全には説明できていないことに注意しなくてはならない。

もし、ゲーム理論を詳細に説明した後で、たとえば、支配戦略均衡やナッシュ均衡の意味を熟知させた後でPDの実験を行なったら、それは、もはや、ゲーム理論の試験になってしまい、PDの実験ではない。したがって、PDの実験を行なうには、ゲームの解概念の説明抜きで行なわなくてはならないことになる。しかし、それではPDの状況をすべての被験者に理解させることはほとんど不可能である。したがって、合理的混乱仮説では、すべての被験者に（ゲームの解概念の説明抜きで）PDの利得構造を十分に理解させた後でPDの実験を行なったときに、本当にほとんどの被験者がD（裏切り）を選択することは立証していないことになる。1 回限りのPDを繰り返されるかのように錯覚している被験者が混ざっていることも確かめてはいない。さらに、1 回限りのPDを繰り返されるかのように錯覚している被験者が混ざっているとしても、その原因についての十分な説明はなされていない。

そこで、PD協力問題に対して、合理的混乱仮説による説明では不十分な点を補うために、進化生態学（あるいは行動生態学ともいう）や進化心理学の知見、特に、社会的交換(social exchange) という概念を用いる研究もなされるようになったのである。

### 3.2. 社会的交換とヒューリスティックス仮説

#### 3.2.1. 行動の進化と社会的交換

##### 自然淘汰，群淘汰および血縁淘汰

社会的交換とは、非血縁個体間の協力関係を表わす言葉であり、進化生態学者の R.L.Trivers が唱えた「互惠的利他行動」(reciprocal altruism)に基づく概念である(Trivers:1971)。社会的交換の概念を理解するには、まず、協力行動と利他行動を明確に定義しておかなくてはならない。長谷川(2002)によると、行動生態学でいう利他行動とは、「行為者に適応度上のコストがかかるが、その行動の受け手には適応度上の利益がもたらされるような行動」をいう。適応度(fitness)とは、自らが生存競争を勝ち抜ける可能性または自分のもつ遺伝子がより勢力を広げることができる割合のことを意味する。また、協力行動とは、「2個体以上が存在する集団において、複数の個体がある行動を取る結果、行為者にはある種のコストがかかるが、集団のメンバーが利益を得るような行動」を指す。「ある種のコスト」とはあいまいな言い方だが、具体的には、食料を得る機会や繁殖機会を失う可能性、または、生命の危険に晒される場合とでも考えておけばよいだろう。

ダーウィン(C.Darwin)による「自然淘汰」(natural selection)では、生存競争を基本的には同一種内の個体間競争とみなした。簡単に説明すると、同一種内でも個体間にさまざまな変異があり、変異の中には親から子へ遺伝していくものがある。そのうち、生存や繁殖に有利な変異がその種内では支配的になっていくという考え方である。なお、ダーウィンは「適者生存」(survival of the fittest)という言葉は使っていない、これは社会ダーウィニストであるスペンサー(H.Spencer)がダーウィンの自然淘汰のイメージを比喩的に表現した造語である。当然、スペンサー流の社会進化論には科学的根拠がない。

言うまでもなく、自然淘汰理論だけでは同種内での利他的行動さえ説明するのに不十分である。これに対して、1970年代前半までは、血縁関係のない同種内での利他的行動を説明するのに、クロポトキン(P.A.Kropotkin)あるいはローレンツ(K.Z.Lorenz)流の「群淘汰」(group selection。「集団淘汰」ともいう)の考えが広く知られていた。これは、自己犠牲的利他行動は、「種の保存」あるいは自分の属する「集団の利益」のために行なわれるという考えである。たとえば、北米のレミングは増えすぎて食糧難に陥ったときに集団自殺することがよく知られていた。



しかし、今日の行動生態学では、レミングは自殺しているわけではないと考えられている。現在でも科学を軽視している社会学者や人文科学者の間では、形を変えた群淘汰のさまざまなステロタイプが流布しているようである。ただし、群淘汰の矛盾は、次のような簡単なロジックで容易に示すことができる。

いま、ある種の集団内には、自己犠牲をする遺伝子をもった個体(自己犠牲タイプ)と自己犠牲しない遺伝子をもった個体(自己犠牲しないタイプ)が混ざっているとす。しかし、この集団に属する個体数が増えすぎて食糧不足が起こると、その度に自己犠牲タイプは駆逐されていき、自己犠牲しないタイプが広まっていくことになる。仮に、集団が自己犠牲タイプだけから構成されているとしても、1匹でも他の集団から自己犠牲しないタイプが進入してきたり、あるいは、集団内に突然変異で自己犠牲しない遺伝子が発生したら、結果は同じである。

要するに、進化ゲームの用語を使うと、自己犠牲する戦略は ESS ではないということである。現実でも、同一種内における個体間の生き残りを懸けた競争が観察され、場合によっては、同じ集団に属する同種の個体を殺すという行動さえ取られることもある。たとえば、ライオンのオスによる子殺しは有名であり、霊長類の多くの種でもオスによる子殺しが頻繁に行なわれる。ただし、子殺しをするオスと殺される子どもとは血縁関係はない。さらに、血縁者どうしの過酷な争いも観察されている。カッシュクペリカン<sup>1</sup>は、同じ巣に生まれた兄弟姉妹(通常、3羽)どうしによる決闘が数ヶ月にわたって繰り広げられ、ほとんどの場合、1羽しか巣立ちできない。同じような兄弟姉妹どうしの決闘は、日本に棲息するイヌワシでも見られる(イヌワシの場合は2羽で先に生まれた方が一方的に勝利する)。同じ巣に生まれた子どもどうしは、多くの場合、最初で最大のライバルなのである。

1960年代後半には、集団が生存競争の単位にはならないことが認識されるようになり、それが普及するようになったのは1970年代後半以降である——R.Dawkins, *The Selfish Gene* (1976) による影響が大きい——。現在では、少なくとも科学者の間では群淘汰はほとんど信じられていず、生存競争は遺伝子間競争であるという考えが支配的である。この考えに立つと、血縁個体間では、共通の先祖から由来する遺伝子を共有している確率が高いので、包括適応度(*inclusive fitness*)の最大化(大ざっぱに言って、共有する遺伝子そのものの最大化)という観点から血縁個体間での利他行動は説明できる。この考えは「血縁淘汰」(*kin selection*)と呼ばれ、すでに、1964年に W.D.Hamilton が発見しており、アリのような社会性昆虫の利他行動を数理モデルを使ってほぼ完全に説明していた。一方、理論的な説明は避けるが、先に挙げたカッシュクペリカンやイヌワシの兄弟姉妹どうしの決闘も血縁淘汰理論によって説明できるのである。

### 互惠的利他行動（社会的交換）

明らかに血縁淘汰理論でも非血縁個体間の利他的行動は説明できない。しかし、現実の動物（人類を含む）の社会では、非血縁個体に対する利他的行動がしばしば観察される。たとえば、チスイコウモリ（Vampire Bat）による献血は、（人類以外の）動物による互惠的利他行動の最初の発見例である（Wilkinson：1984）。

チスイコウモリは、非常に小型の哺乳類であるため代謝速度が速く、数十時間食事（動物の血液）を得ることができなかつたら死んでしまう。しかし、すべての個体が必ずしもその日のうちに食事にあるとはかぎらない。そこで、食事にあることができなかつたチスイコウモリは、食事にあることができなかつた隣人（血縁関係のない個体も含む）に対して、自ら得た動物の血液の一部を吐き出してその隣人に与えるのである。そうすることによって、もし、今度自分が食事にあるしかなかったら、食事にあることができなかつた隣人から血液の一部を分け与えてもらえることが期待できるというわけである。なお、血液を吐き出してもらってもお返しをしなかつた個体はこれまで発見されていない。

このチスイコウモリの献血のような行動を Trivers(1971)は互惠的利他行動と呼んだのである。つまり、互惠的利他行動とは、協力行動の一種であり、互いに利他行動をやりとりする場合にのみ生じるものであり、一定の条件の下で互いに適応度を上げることができる。ただし、互惠的利他行動が進化するためには、少なくとも次の3つの条件が必要である。

- (1) 半ば閉鎖的な社会で、社会関係が長期間続く。
- (2) 各個体は、個体識別能力と各個体の過去の行動をかなりの期間記憶する能力を有する。
- (3) 行為者が被る損失よりも、行為の受け手の利益の方が大きい。

例に挙げたチスイコウモリの場合、彼らはかなり長生きであり、条件(1)と(2)は観察から確かめられている。条件(1)の必要性は自明だろう。(2)の条件が必要なのは、行為者がその受け手からお返しをしてもらうまでにはタイム・ラグがあるからである（次章で述べるフリーライダー排除の問題）。オオカミやチンパンジーの集団による狩りや人間どうしの物々交換などは、タイム・ラグがないので互惠的利他行動とは言わない。(3)は経済学でいう限界効用逓減の法則により明らかである。つまり、1単位分の血液の効用は、十分な食事にあるコウモリよりも食事にあるしなかつたコウモリの方が大きいということである。なお、互惠的利他行動から、「情けは人の為ならず」あるいは「魚心あれば水心あり」といった諺が連想されるかもしれないが、これらの日本の諺では、(3)以外の条件は必ずしも仮定されていないことに注意。

互惠的利他行動の理論は群淘汰理論と紛らわしいが、これらの決定的な違いは、互惠的利他行動は、あくまで各個体自らのリスクを減少させるのに役立つということであり、「集団の利

益」という考えとは無関係なことである。また、互惠的利他行動は、人類にもっとも近いと言われているチンパンジーでも見られる(de Waal:1996)。さらに、チスイコウモリやチンパンジーだけでなく、哺乳類以外(鳥類や魚類)の他のいくつかの種でも、完全には実証されていないが、互惠的利他行動と思われるものが知られている。それほど知能が高くない動物でも互惠的利他行動を行なっていることがあるという点は注目に値する。なお、上に挙げた3つの条件は必要条件にすぎず、これら3つの条件が満たされるからといって必ずしも互惠的利他行動が進化するわけではないことには注意が必要である。

社会的交換とは、進化生態学(社会生物学あるいは行動生態学)でいう互惠的利他行動を社会科学的に言い換えたものと思えばよいだろう。ただし、互惠的利他行動は、半ば閉鎖的な集団で、互いに何度でもつき合いを繰り返す状況にある場合にしか起こり得ないことには特に注意しておく必要がある。つまり、1回限りのつき合いしかない場合には、このような社会的交換による非血縁個体間の利他的行動は説明できないのである。山岸・清成&谷田(2002)では、匿名性が保証された1回限りの囚人のジレンマを1回限りのつき合いしかない場合に相当するとみなしていると思われるが、問題は、果たして人間社会における協力行動を社会的交換でどこまで説明できるかということである。

### 3.2.2. 裏切り者検知とフリーライダー排除

進化心理学——特に、Cosmides & Tooby (1989, Cosmides:1989) ——では、人の心は複合的なものであり、たとえば、人の心をいくつかの機能に特化したアーミーナイフに喩えて、人の心は個々の適応上の問題の解決に特化した心理メカニズムから構成され、それらの心理メカニズムをモジュール(module)と呼び、人類は進化の過程でこれらのモジュールを獲得してきたと説く。つまり、人の心は適応上重要であった個々の問題解決に特化したモジュール群から構成されると主張し、社会的交換における相互協力の促進が人類進化史のなかで中心的適応課題をなしてきたというのである。さらに、社会的交換状況で互惠的な利他行動に従事させるためには、人類は進化の過程で非協力者と協力者を見分けさせる領域特長的認知モジュール(裏切り者検知能力)を獲得してきたとする。Cosmides (1989) は、この裏切り者検知に特化した認知モジュールの存在を、Wason (1968) の「4枚カード問題」(Wason selection task)で検証した。その後のドイツや日本での実験では、人類が進化の過程で裏切り者検知能力を獲得してきたとする仮説を支持する結果が得られている<sup>5)</sup>。

しかし、裏切り者検知に特化した認知モジュールだけでは、共同分配システム(協力行動を取らせる機能)が進化しにくいことは明らかだ——なぜならば、繰り返しPDにおいて(D,

D) もナッシュ均衡だからである。しかも、(D, D) の状態から抜け出して、(C, C) の状態を達成することは、そう簡単ではない——。さらに、共同分配システムが社会に存在しても、それが有効に働くためには、フリーライダー（自分は裏切って相手よりも多くの利益を得ようとする者）が排除されなければならない。そこで、山岸・清成&谷田(2002)は、人類が、Cosmides&Tooby(1989)が指摘する裏切り者検知に特化された認知的モジュールを進化させてきたのであれば、「協力的な相手を一方的に搾取<sup>9)</sup>しようとするのをやめさせるための別の認知モジュールも併せて進化させてきたはずである」と論じ、この認知メカニズムを「社会的交換ヒューリスティックス」と呼んだ。なお、この「社会的交換ヒューリスティックス」とは、相手や他の社会構成員から強制されなくても、自ら自発的に協利行動を選択しようとする心理メカニズムであることに注意しておこう。

### 3.2.3. ヒューリスティックス仮説

すでに述べているように、合理的の混乱仮説によるPD協力問題の解答は、何人かのプレイヤーが、PDの利得構造を理解していない（表1を理解できない、あるいは理解しようとしな）か、それとも、PDが以後も繰り返されると誤解しているか、あるいはすでに何回か繰り返されてきたかのように錯覚していることに原因があるということである。

ヒューリスティックス仮説を提唱する山岸・清成&谷田(2002)も、被験者が1回限りのPDの状況を「誤解」しているという点で、混乱仮説そのものには同意している。しかし、PDの実験で「1回限りの囚人のジレンマに直面した実験参加者は、その状況を社会的交換状況だと判断し、社会的交換状況の存在を前提とした状況認知と意思決定を行うため、特定の方向での『混乱』が生じやすい」というように、混乱の原因を人が社会的交換ヒューリスティックスを用いた情報処理を行なっているからだとして述べている。つまり、混乱（あるいは錯覚、誤解）の原因を社会的交換ヒューリスティックスに求めているわけである。そして、大胆にも誘因不十分説を完全に否定したのである。

以上、PD協力問題の論点と本稿における議論に必要な程度のいくつかの仮説を要約した。次章では、山岸・清成&谷田(2002)が提唱するヒューリスティックス仮説の根拠となる実験を検討し、その問題点を指摘する。

## 4. ヒューリスティックス仮説の検討

### 4.1. 安心ゲームへの主観的構造変換

#### 4.1.1. 基本的な考え方

山岸・清成&谷田 (2002) のアイデアは、ごく単純で素朴なものである。PD 協力問題は、人々が囚人のジレンマ (PD) を安心ゲーム (Assurance Game: AG)<sup>7)</sup>へと主観的に構造変換することにより生じるという。つまり、「社会的交換に直面した人間は、囚人のジレンマに類した状況を安心ゲームとして知覚する認知的バイアスを持っている」というのである。バイアス (bias) とは、「傾向」、「偏見」といった意味であるが、ここでは、「傾向」という意味に取るのが妥当だろう。つまり、人間は、囚人のジレンマを安心ゲームと勘違いする傾向があるということである。

表2 安心ゲーム

		プレイヤー P2	
		C	D
プレイヤー P1	C	2, 2	0, 1
	D	1, 0	1, 1

出典) 山岸・清成&谷田 (2002).  
表の書き方は若干変えた

表2の安心ゲーム<sup>8)</sup>は、囚人のジレンマ (表1) の利得を少し変えただけのものである (表1の利得3を利得1に変えただけ)。多くの人が表1のPDを表2のAGへと主観的に構造変換して自らの行動を選択しているという主張である。

表2の安心ゲーム (もちろん、1回限り) では、囚人のジレンマのような支配戦略は存在しない。相手が協力 (C) を選択する場合には自分も協力 (C) を選択する方がよいし、相手が非協力 (D) を選択する場合には自分も非協力 (D) を選択した方がよい。これらの戦略の組 (C, C) と (D, D) はいずれも (純戦略での) ナッシュ均衡である——もう一つ、両プレイヤーとも C と D を 1/2 の確率で選択するという混合戦略でのナッシュ均衡が存在するが、本稿では混合戦略でのナッシュ均衡は扱わない——。(C, C) と (D, D) とでは、(C, C) の方が各プレイヤーが得る利得は大きいので、実際のゲームのプレイの際には、自発的に協力関係 (C, C) が達成される可能性は高くなるだろう。特に、実際のプレイの前に、安心ゲームで2つのナッシュ均衡 (C, C) と (D, D) のうち、(C, C) を合意点である旨を促すような操作がなされたら、実際のプレイで (C, C) が達成される可能性は極めて高くなるであろう。むしろ、このような状況で D を選択するプレイヤーが存在したら、そのプレイヤーの方が混乱していると

言ってよい。

ただし、このような事前操作がなされていない場合には、必ずしも、(C, C)の方が(D, D)よりも達成される可能性が高いとは言えない。なぜならば、Dを選択すれば確実に利得1が得られるが、Cを選択したとき、相手がDを選択すれば利得0になってしまうからである。つまり、もし、相手のAGの利得構造に対する理解に疑問をもっていたり、相手を危険回避的なプレイヤーと判断していたり、それとも自分自身が極めて危険回避的であったりすれば、Dが選択される可能性も高くなってしまう。このような行動は、人がミニマックス原理（最小限の利得を最大にする考え方）に従っている場合である（この場合には、マックスミンと言った方が適切かもしれないが、ミニマックスもマックスミンも本質的には同じことである）。したがって、この場合の選択肢Dは「裏切り」と呼ぶよりも「危険回避」と呼んだ方がよいかもしれない。

しかし、山岸・清成&谷田（2002）の言う「社会的交換ヒューリスティックス」を人類が獲得しているのであれば、(C, C)を選択しようという事前の合意がなされていなくても、多くのプレイヤーが自発的にC（協力）を選択するということになるかもしれない<sup>9)</sup>。

#### 4.1.2. 認知的バイアスの存在を裏付ける実験

山岸・清成&谷田（2002）の文脈では、協力的な相手を一方的に搾取しようとするのをやめさせるための認知モジュールが、囚人のジレンマに類した状況を安心ゲームとして知覚する認知的バイアスということになるのであろう。言うまでもなく、本当に多くの人が囚人のジレンマ（PD）を安心ゲーム（AG）へと主観的に構造変換することを検証しなければ、ヒューリスティックス仮説を支持することはできない。そこで、囚人のジレンマ（PD）に類した状況を安心ゲーム（AG）として知覚する認知的バイアスの存在をいくつかの実験から裏付けようとしている。たとえば、渡部・寺井・林・山岸（1996）では、被験者らに1回限りのPDをプレイさせ、その後、PDにおいて生じる4つの結果の望ましさについて評定させた。結果は、相手が協力している場合には、自分が非協力を選択するよりも協力を選擇する方が個人的により満足の高い結果を生むと判断していた者が多かった（割合は、6.22 vs 4.62）。同様の結果が、Kollock（1977）、Cho & Choi（2000）、Hayashi, Ostrom, Walker, & Yamagishi（1999）でも得られていることを指摘している。

そのうえ、囚人のジレンマを安心ゲームとしてプレイすることを好むプレイヤーが多いことを確実にするために、渡部ら（1996）、Cho & Choi（2000）、Hayashi et al.（1999）の実験では、参加者は戦略を決定する前に相手が決定した戦略を知らされ、その後自身が協力するか協力し

ないかを決定するという、順次PDゲームを用いる条件が設定されていた。この設定は、自分の決定が相手の決定に影響するといった「現実コントロール幻想」を排除する目的である。そして、質問紙上での選好の表明と実際のプレイでの戦略の選択とが一致することを確認した。ところが、この結果は、Shafir & Tversky (1992) の実験結果とは矛盾している。

山岸・清成&谷田 (2002) は、Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) による実験を詳細に紹介し、この実験で設定された現実的なPDの方が現実性の少ないPDよりも、人々が囚人のジレンマ(PD)を安心ゲーム(AG)へと主観的に構造変換しようとする傾向が強いと結論し、誘因不十分説を完全に否定したのである。さらに、匿名性が保証された1回限りのPDで協力行動を選択するプレイヤーが無視できないほど多く存在するのは、合理的混乱仮説 (Andreoni: 1995) が主張するように1回限りのPDをあたかも繰り返し相互作用があるかのように「混乱して」理解しているのではなく、社会的交換ヒューリスティックスが働いているからであると、Shafir & Tversky (1992) の実験では現実性の少ない些細なゲームであったので、社会的交換ヒューリスティックスが有効に働かなかったのだと結論している。なお、Shafir & Tversky (1992) の実験は、40試行の繰り返しPDであり、試行ごとに対戦相手がランダムに選ばれ、40試行全体で得た得点を集積したものが報酬とされた(後に、得点に応じてお金に換金された)。

## 4.2. Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) による実験の検証

### 4.2.1. 利得表と金額表の混乱

まず、Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) による実験で使われた囚人のジレンマ (PD) を検討しておこう。

表3 Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) の実験で使われた利得表

あなたの選択	相手の選択			
	K		P	
L	あなたに 1200円	相手に 1200円	あなたに 0円	相手に 1800円
S	あなたに 1800円	相手に 0円	あなたに 600円	相手に 600円

出典) 山岸・清成&谷田 (2002)。表で使った記号、書き方も出典通り。

山岸・清成&谷田 (2002) と Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000) は表3を利得表と書いているが、ゲーム理論の立場からは、正確には、表3は利得表ではない。それは、各プレイヤーに与えられる単なる‘金額表’にすぎない。ゲーム理論でいう利得とは、経済学でいうところの効用である。正確には、ゲーム理論では、フォン・ノイマン=モルゲンシュテルン効用 (vN

−M 効用)<sup>10)</sup>を仮定するのであるが、ここでは、効用を、ミクロ経済学の教科書流に、単なる選好順序を反映するように数値で表わしたものと解釈しておいてかまわない。人は必ずしも得られる金銭の額だけから効用を得ているわけではない。多くのプレイヤーは、達成される可能性のある4つの状態、表3の記号を使えば、(L, K), (L, P), (S, K), (S, P)とそれらの状態が達成されたときに得られる金額から効用を得るものである<sup>11)</sup>。

あるプレイヤーは、得られる金額のみから効用を得るかもしれない。しかし、合理的選択論では、得られる金額の大小と得られる利得(効用)の大小が一致しないプレイヤーが存在しても一向にかまわない。したがって、合理的選択論的立場からは、渡部・寺井・林・山岸(1996)や Kiyonari, Tanida, & Yamagishi (2000)らの実験は、多くの人が単に得られる金額だけから効用を得るのではなく、ゲームをプレイした結果生ずる4つの状態をも(主観的に)評価して自らが得る効用を計算していることを確かめたにすぎないと言える。つまり、得られる金額を含めた状態(S, K, 1800円)より状態(L, K, 1200円)を選好するプレイヤーが存在しても合理的選択論から得られる結果とは何ら矛盾するところはない<sup>12)</sup>。

#### 4.2.2. 順次 PD と社会的交換の矛盾

問題は、表3の金額構造を正確に理解しているにもかかわらず、なぜ、状態(S, K, 1800円)よりも状態(L, K, 1200円)を選好するプレイヤーが存在するのかという一点に絞られる。

ヒューリスティックス仮説による解答は、渡部ら(1996)の実験で行なわれた順次PD(相手が決定した戦略を知らされた後で自身が戦略を決定するPD)の結果から、相手が協力的であるときには相手を搾取するよりも自分も協力で返す方を好むプレイヤーが多いからだということになる。このことは、直観的にもっともなことのようと思われる。ただし、このような人間の心理は、必ずしも1回限りのPDを社会的交換状況と誤解したことから生じるものとは言えないだろう。単に、人が「自分だけ得てはいけない」とか「相手の利益を奪ってはいけない」、あるいはもっと直接的に「協力的な相手には自分も協力で返すべきである」といった倫理観や道徳観をもっていさえすれば、このような心理が働くであろう。もちろん、このような倫理観や道徳観の起源を社会的交換状況の発生に求めることはできるだろう。

通常、PDの実験では、被験者に言葉から連想される良い・悪いの印象をもたれないようにするために、各選択肢を協力・非協力あるいは協調・裏切りといった言葉を使わずに、表3のようにK, L, S, Pといった一見意味のない記号を使う。しかし、この実験では、選択肢を記号で表わしていても、明らかに与えられる金額の構造から、協力(あるいは平等)・略奪(あるいは搾取)といった概念を連想させるものになっていることは否めないだろう。むしろ、この



金額表の構造を理解できればできるほど、そのような連想を強めるようになっている。

しかも、一部の参加者には戦略を決定する前に相手が決定した戦略を知らされた後で、その後自身が協力するか協力しないかを決定するという、順次PDゲームを用いる条件も設定されていた。確かにこの設定で「現実コントロール幻想」を排除できるように思えるかもしれないが、第2プレイヤー（第1プレイヤーが選択した結果を知らされた後で選択するプレイヤー）は、第1プレイヤーと協力するか協力しないかの決定ではなく、相手にも利益（お金）を与えるかそれとも完全に略奪してしまうかの決定を要求されていたのである。人の心理を巧みに利用して自らの主張通りの結果が出るようにデザインされた実験である。

## 5. 結論と課題

本稿では、PD協力問題に対するいくつかの仮説を要約し、ヒューリスティックス仮説の問題点を指摘した。むしろ、筆者は、山岸・清成&谷田（2002）が提唱するヒューリスティックス仮説は、彼らが行なった実験結果の興味深さの割に、何らの主張もしていないと考える。

仮に、ヒューリスティックス仮説が前提としているように、1回限りのPDを社会的交換状況と誤解した実験参加者がいたとしよう。しかし、その参加者は、1回限りのPDをあたかも繰り返し相互作用があるかのように誤解したということになるのではないか。なぜならば、社会的交換は、（事後的に、得られた利得を分け合うという拘束力のある契約がない限り）1回限りのゲームでは成立し得ないからである。山岸・清成&谷田（2002）の実験では、拘束力のある契約が事前に被験者間で結ばれることはなかった（完全に匿名性が保証されていたぐらいである）。ということは、1回限りのPDを社会的交換状況と誤解したということは、それを繰り返し相互作用があるかのように誤解してしまったことになってしまう。これは、本稿で言う合理的混乱仮説そのものでしかない。

山岸・清成&谷田（2002）では、共同分配システムが進化するためには、Cosmides&Tooby（1989）が指摘する裏切り者検知に特化された認知的モジュールだけでなく、「協力的な相手を一方的に搾取しようとするのをやめさせるための別の認知モジュール」（つまり、社会的交換ヒューリスティックス）も必要であることを述べているが、果たして、そのようなものが本当に必要かは分からない。人類だけでなく、社会的交換（および社会的交換と思われる行動）を行なっている動物は、裏切り者をかなり長期間記憶する能力をもっており、裏切り行為を行なった個体の情報が他の社会構成員にも伝達されることが知られている。しかし、社会的交換ヒューリスティックスの存在は、全く確かめられていない。もし、共同分配システムが進化す

るのに社会的交換ヒューリスティックスが必要不可欠であるならば、チスイコウモリやチンパンジーも社会的交換ヒューリスティックスという認知モジュールをもっていないてはならないことになる。山岸・清成&谷田(2002)は、人間の中には、進化の過程で獲得してきた本能のみで行動する者あるいはチスイコウモリ並の知能しか持ち合わせていない者が存在すると考えているのであろうか。

そもそも、表3の金額表や表1のPDを、山岸・清成&谷田(2002)が主張するような社会的交換のモデルと考えるのはかなり乱暴である。社会的交換の原初の発生は、狩りに出ても獲物を得られなかった者に対して、獲物を獲得した者がその一部を分け与えることであった。そうすることにより、もし、今度、自分が獲物を得られなかったときには、獲物を得た相手から逆にその一部を分け与えてもらえるということであったはずだ。ところが、表3の金額表ではそのようなことを含意しない。なぜならば、1200円(少なくとも600円)は、被験者すべてが当然に得られる金額であった、つまり、すべての者が獲物を得ることが保証されていたのである。したがって、表3の金額表では、非協力行動は協力的相手からの略奪行為を意図するものであり、これは交換が成立しなかった場合とは解釈できない。

共同分配システムを社会的交換の発生に求め、これを囚人のジレンマを使って説明しようという試みはかなり多い。しかし、囚人のジレンマの実験や理論的なシミュレーション研究で用いる前提が、動物も含めて現実の社会では厳密には成り立っていないことが多い。このような実験やシミュレーション研究では、対戦相手がランダムに選ばれ匿名性が保証されている。しかし、社会的交換が行なわれている現実の社会は、半ば閉鎖的で互いに顔見知りであり、個々の個体の過去の行動は観察され記憶されていたり、互いに情報交換がなされたりすることがほとんどである。したがって、各個体は対戦相手を選ぶことが可能であったり、適当な対戦相手が見つからない場合には、対戦そのものを行なわないという選択もあり得る。

本稿で扱った囚人のジレンマ(PD)は、かなり非日常的なものである。なぜならば、完全な匿名性、対戦相手のランダム性、そして、たったの1回だけ、といったゲームは極めて人工的なものだからである。これら3つの条件すべてを満たす状況は、現実の社会ではまず見られない。このような非現実的な事態に直面した被験者が、これを社会的交換状況であると勘違いすることはあるかもしれない。しかし、渡部ら(1996)が行なった順次PDの実験では、このような勘違いをする被験者が存在することを立証できていない。本稿では説明していないが、この順次PDでは「現実コントロール幻想」を必ずしも排除できていないし、むしろ、順次PDの設定は、「現実コントロール幻想」を現実化する装置にもなり得ると考えられる。

はじめに述べているように、1回限りの同時PDにおいて協力行動を選択するプレイヤーの

割合は20~60%と、実験によってかなりのばらつきがある。このばらつきの原因が、各実験における設定の微妙な違いに起因することは考えられるが、もし、人類が進化の過程で獲得した協力的行動を取らせる認知モジュールによるのだとすれば、かなりばらつきは小さくなるのではないだろうか。また、全く同じ実験を日本人、アメリカ人、韓国人を対象に行なった場合には、日本人、韓国人、アメリカ人の順で協力的行動を取るプレイヤーが減少する傾向があるという結果も報告されている。さらに、PD以外の実験でも、アメリカ人対象の場合には、ゲーム理論が予想する理論値にほぼ近い結果が得られたが、日本人対象の場合には、明らかに理論値とはかけ離れた結果が得られたことも報告されている<sup>13)</sup>。このような実験結果から考えて、PD協力問題は、人類の進化という観点よりも、被験者らが所属する文化的背景あるいは被験者が自ら所属する集団に対する帰属意識等、文化と規範といった観点から考察する方が妥当性のある結論が得られると思われる。

#### [注]

- 1) ある状態  $S$  がパレート最適であるとは、 $S$  以外のある別の状態に移行すると、少なくとも1人の効用(利得)を減少させることなくしては、他のどの個人の効用(利得)も増加させることができないときをいう。パレート最適でない状態はパレート改善的であるという。表1のPDでは、状態  $(C, C)$ ,  $(C, D)$ ,  $(D, C)$  はすべてパレート最適であるが、唯一の合理的な解である状態  $(D, D)$  はパレート最適ではなくパレート改善的である。
- 2) 繰り返し囚人のジレンマとは、たとえば、表1のような囚人のジレンマを何度も繰り返し合計の利得を最大化するゲームのことである。繰り返しの回数は、有限回の場合もあるし無限回の場合もある。ただし、無限回繰り返し囚人のジレンマでは、ある確率でゲームが突然終了してしまうように設定されているのが普通である。対戦相手は、毎回同じ相手の場合もあれば、一回毎にランダムに選ばれた相手の場合もある(偶然、同じ相手と対戦することがあってもかまわない)。
- 3) Axelrod のトーナメントとは、総当たり型有限回繰り返し囚人のジレンマをコンピュータプログラムに対戦させ、合計得点で順位を競うものである。このトーナメントは、設定を変えて2度行なわれた(2度目は進化という要素が付け加えられた形で行なわれた)。そして、2度とももっともよい成績を納めたのが、Anatol Rapoport が提出した TFT ('しっぺ返し' と訳されることが多い) である。そして、好成績を挙げたプログラムのほとんどは、TFT だけでなく、自分からは決して裏切らない紳士的(nice)な戦略であった。つまり、何度でも繰り返しつき合いがあるような場合には、TFT のような協力的だが、非協力的な相手には報復するといった戦略が互いの協力関係を形成するのに有効なことが示されたわけである。
- 4) 進化的に安定な戦略(ESS)とは、簡単にいうと、次のようなものである。集団内ですべての個体がある戦略  $p$  を採用しているとき、他の任意の戦略  $q$  を採用する個体が進入できない(勢力を伸ばすことができない)ならば、戦略  $p$  は ESS であるという。進化ゲームの枠組では、ここでいう戦略は遺伝的にプログラムされた行動様式のことである。他の行動様式(戦略)  $q$  を採用する個体とは、突然変異(mutant)によって、この集団(個体群という)内で支配的な行動様式(戦略)  $p$  とは異なった振る舞いをする個体のことである。行動様式  $p$  がその集団内で ESS であれば、 $p$  以外のいかなる異なった行動様式を取る突然変異体も死滅するしかない(ただし、突然変異は一度に集団内の多数を占めるほど起きてはならないものとする)。Axelrod のトーナメントについての詳細は避けるが、繰り返し囚人のジレンマにおいて、すべての

個体が TFT を採用しているときには、別の戦略が勢力を伸ばしていくのは難しい。その意味で TFT は ESS に近い性質をもっているのである。ただし、本によっては、TFT を ESS の一種であるかのように説明しているものもあるが（けっこう多い）、厳密には TFT は ESS ではない。なお、繰り返し囚人のジレンマにおいて、すべての個体が常に D を選択するという戦略は、明らかに ESS でありナッシュ均衡である。

- 5) Gigerenzer & Hug (1992), 長谷川・平石 (2000).
- 6) 相手が C (協力) を選択するとき、自分が D を選択することを、山岸・清成&谷田 (2002) では、非協力あるいは裏切りではなく、搾取と言い換えていることに注意しておこう。
- 7) 山岸・清成&谷田 (2002) では、表 2 のゲームを安心ゲームと呼んでいるが、これは普通、保証ゲームと呼ばれる（保証ゲームの名称は、Sen (1967) によって与えられた）。表 2 のゲームを保証ゲームというのは、決して自分 1 人では C (協力) を選択しないからである。相手が C (協力) を選択することを請け合ってくれるか、相手が C を選択することを確信していなくては、自分が C を選択するとしても安心ではない。この点は囚人のジレンマと変わらない。
- 8) 表 2 の安心ゲーム（保証ゲーム）はシカ狩りゲーム (stag hunt) のバリエーションである。シカ狩りゲームは、ルソー (J-J. Rousseau) 『人間不平等起原論』(1755) による。
- 9) 山岸・清成&谷田 (2002) では、1 回限りの PD で C を選択するプレイヤーが存在する理由を、多くの人が、PD を AG へと主観的に構造変換するからだとしか説明していないが、それだけでは、無理だ。さらに、両プレイヤーとも危険回避的であってはならないという条件が必要である。
- 10) vN-M 効用は、結果の集合に関するいくつかの公理系から導かれるものであるが、簡単にいうと、「正の 1 次変換によって相互に変換可能な効用関数が導く効用は、数値が異なっても、プレイヤーにとって同じ主観的評価を表現している」ということである。正の 1 次変換とは、 $y=ax+b$  ( $a>0$ ,  $b$  は実数) という式で表わされる  $x$  から  $y$  への変換のことである。
- 11) 表 3 の金額表が与えられた場合、これが表 1 の囚人のジレンマになるのは、各プレイヤーとも、

$$u_i(s_1, s_2) = \frac{x_i(s_1, s_2)}{600} \quad (i=1, 2)$$

という効用関数をもっているときである。ただし、 $x_i = x_i(s_1, s_2)$  は、状態  $(s_1, s_2)$  が成立したときにプレイヤー  $P_i (i=1, 2)$  が得る金額である。ここで、両プレイヤーともこれとは別の効用関数

$$v_i(s_1, s_2) = \frac{x_i(s_1, s_2)}{300} - 6 \quad (i=1, 2)$$

をもっているとしよう。このときの利得表は、タッカーによるオリジナルな囚人のジレンマに近い次のようなものなる (表 4)。

表 4 囚人のジレンマ

		P 2	
		C	D
P 1	C	- 2, - 2	- 6, 0
	D	0, - 6	- 4, - 4

表 1 と表 4 はずいぶん見た目の違いがあるが、2 つの効用関数  $u_i(s_1, s_2)$  と  $v_i(s_1, s_2)$  は

$$v_i(s_1, s_2) = 2 u_i(s_1, s_2) - 6$$

という正の 1 次変換によって相互に変換可能なので、vN-M 効用に従っている。そして、各プレイヤーが効用の期待値 (期待効用) を最大化するように行動するとすれば、表 1 と表 4 とでは同じ結果が得られる。プレイヤーが自らの期待効用を最大化するように行動しているという仮説を期待効用仮説という。つまり、期待効用仮説に従う限り、表 1 と表 4 は同値なゲームとみなすのがゲーム理論の伝統的な考え方である。

- 12) 表 3 の金額表が与えられたとき、これが表 2 の安心ゲームになるような効用関数を定めるのは、難しいことではない。たとえば、各プレイヤー  $P_i (i=1, 2)$  が

$$w_i(s_1, s_2, x_i) = \frac{x_i(s_1, s_2)}{600} + a_i(s_1, s_2) \quad (i=1, 2)$$

という効用関数をもっているとしよう。ここで、 $a_i(i=1, 2)$  は、相手がC(協力)を選択したにもかかわらず自分がD(非協力)を選択してしまったときの、たとえば‘自分だけ得して(あるいは、相手の利益を0にしてしまつて)申し訳ない’といった気持ちを表わす関数として

$$a_1(D, C) = -2, \quad a_2(C, D) = -2$$

としよう。ただし、それ以外のときには、

$$a_i(s_1, s_2) = 0 \quad (i=1, 2)$$

とする。この効用関数  $w_i(s_1, s_2, x_i)$  のもとで、表3の金額表が表2の安心ゲームになる。社会的交換ヒューリスティックスといった得体の知れないものを想定しなくても、単に、‘自分だけ得して申し訳ない’といった気持ちをもっているプレイヤーが存在するだけで、表3の金額表は安心ゲームになり得るのである。ただし、関数  $a_i(s_1, s_2)$  は定数値ではないので、正の1次変換で注11の効用関数  $u_i(s_1, s_2)$  に変換することはできない。つまり、期待効用仮説を取る限り、表1の囚人のジレンマと表2の安心ゲームは同値なゲームではないということになる。

13) Cason, Saijo & Yamato (1999), 大和・西條 (2000).

### 参考文献

- Andreoni, J. (1995). Cooperation in public-goods experiments: Kindness or Confusion?, *The American Economic Review*, vol.85, pp.891-904.
- Axelrod, R. (1984). *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books. (松田裕之訳『つきあい方の科学』, HBJ 出版局, 1987年).
- Cason, T. N., T. Saijo, and T. Yamato (1999). Voluntary Participation and Spite in Public Goods Provision Experiments: An International Comparison, mimeo.
- Cho, K. and B. Choi (1999). A cross-society study of trust and reciprocity: Korea, Japan and the U.S.A paper presented at the WOW II, Workshop for the Political Theory and Policy Analysis, Indiana University, June 16-19.
- Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how human reason? Studies with the Wason selection task. *Cognition*, vol. 31, pp. 187-276.
- Cosmides, L. and J. Tooby (1989). Evolutionary psychology and the generation of culture, Part II: A computational theory of social exchange. *Ethology and Sociobiology*, vol. 10, pp. 51-97.
- Gigerenzer, G. and K. Hug (1992). Domain-specific reasoning: Social contracts, cheating, and perspective change. *Cognition*, vol. 43, pp. 127-171.
- Hayashi, N., E. Ostrom, J. Walker, and T. Yamagishi (1999). Reciprocity, trust, and the sense of control: A cross-societal study. *Rationality and Society*, vol. 11, pp. 27-46.
- Hamilton, W. D. (1964). The genetical evolution of social behaviour. Part I, II. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 7, pp. 1-52.
- Kiyonary, T., S. Tanida, and T. Yamagishi (2000). Social exchange and reciprocity: Confusion or a heuristic? *Evolution and Human Behavior*, vol. 21, pp. 411-427.
- Kollock, P. (1997). Transforming social dilemmas: Group identity and cooperation. In P. Danielson (Ed.). *Modeling rational and moral agents* (pp. 186-210). Oxford: Oxford University Press.
- Maynard Smith, J. (1974). The theory of games and evolution of animal conflicts. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 47, pp. 209-221.
- Maynard Smith, J. (1982). *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press. (寺本英・梯正之訳『進化とゲーム理論』, 産業図書, 1985年).
- Nash, J. (1951). Non-Cooperative Games, *Annals of Mathematics*, vol. 54, pp. 286-295.
- Sen, A. K. (1967). Isolation, Assurance and the Social Rate of Discount. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 81.

pp. 112-124.

Simon, H. A. (1955). A Behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 69.

Shafir, E. and A. Tversky (1992). Thinking through uncertainty: Nonconsequential reasoning and Choice. *Cognitive Psychology*, vol. 24, pp. 449-474.

Trivers, R. L. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, vol. 46, pp. 35-57.

de Waal, F. B. M. (1996). *Good natured*. Cambridge: Harvard University Press. (西田利貞・藤井留美訳『利己的なサル、他人を思いやるサル』, 草思社, 1998年).

Wilkinson, G. S. (1984). Reciprocal Food-sharing in the Vampire Bat, *Nature*, vol. 308, pp. 181-4.

石原英樹・金井雅之 (2002). 『進化的意思決定』, 朝倉書店.

岡田章 (1996). 『ゲーム理論』, 有斐閣.

サイモン, H.A. (1987). 『意思決定と合理性』 (佐々木恒男・吉原正彦訳), 文真堂.

佐伯胖 (1980). 『「きめ方」の論理: 社会的決定理論への招待』, 東京大学出版会.

長谷川寿一・平石界 (2000). 進化心理学から見た心の発生. 渡辺茂編著『心の比較認知科学』, pp. 383-439, ミネルヴァ書房.

長谷川真理子 (2002). 行動生態学の展開. 佐伯胖・亀田達也編著『進化ゲームとその展開』第7章, 日本認知科学会編, 共立出版.

平石界 (2002). 進化心理学の展開. 佐伯胖・亀田達也編著『進化ゲームとその展開』第8章, 日本認知科学会編, 共立出版.

山岸俊男・清成透子・谷田林士 (2002). 社会的交換と互惠性—なぜ人は1回限りの囚人のジレンマで協力するのか. 佐伯胖・亀田達也編著『進化ゲームとその展開』第10章, 日本認知科学会編, 共立出版.

大和毅彦・西條辰義 (2000). 「公共財供給」をゲーム理論で解く. 中山幹夫・武藤滋夫・船木由喜彦編『ゲーム理論で解く』, p. 29-45, 有斐閣.

渡部幹・寺井滋・林直保・山岸俊男 (1996). 互酬性の期待にもとづく1回限りの囚人のジレンマにおける協力行動. 『実験社会心理学研究』, vol. 36, pp. 183-196.