

囚人のジレンマゲームにおける意思決定と焦点化

Decision making and attention in prisoner's dilemma game

藤井 聡<sup>1</sup>・竹村和久<sup>2</sup>・吉川肇子

<sup>1</sup> 東京工業大学大学院理工学研究科

<sup>2</sup> 早稲田大学文学部

<sup>3</sup> 慶應義塾大学商学部

問題

協力と非協力の二つの選択肢を違いに持つ2人のプレイヤーを想定した囚人のジレンマゲーム(以下, PDゲーム)は, これまでに様々な角度から分析されてきた. しかしながら, これまでの諸研究において, 個々のゲームプレイヤーがいずれの選択肢属性に「注意」して(すなわち, 実際に注目して)意思決定を行っているかについての実証的知見は, 十分に蓄積されてきていない. この背景には, 一つには, PDゲームにおける意思決定研究の中で, 「注意」という重要な認知的な側面について, 十分に検討されてきていなかったという理由が挙げられる. それに加えて, 意思決定者の「注意」をどのように取り扱うのかについて, 十分な理論的な考察が加えられていなかったことが重要なもう一つの理由として挙げられる.

本研究では, 主に不確実性下での意思決定を記述するモデルとして提案されている状況依存的焦点モデル(竹村, 1994, 藤井・竹村, 2001)の理論的な枠組みに基づき, そして, ジレンマ状況下での意思決定における動機的側面を記述する仮説である GEF 仮説(Wilke, 1991; Greed, Efficiency and Fairness 仮説)に基づいて, PDゲームでの意思決定者がどのような選

択肢属性に相対的により大きな注意を払っているのかについての仮説を措定する。そして、その仮説を、眼球運動測定装置を用いた選択実験より得られたデータに基づいて検証することを目的とする。

## 仮説

GEF 仮説とは、PD ゲーム状況を含む社会的ジレンマ状況では、人々は利己的利得 (greed)、全体の利得 (efficiency)、ならびに、自他の利得の公平さ (fairness) の 3 つに配慮する動機に基づいて意思決定を行うと考える仮説である。greed への配慮が強い人々は非協力行動を選択する一方、efficiency への配慮が強い人々は協力行動を選択する。また、fairness への配慮が強い人々は、他者が協力行動を選択する場合には自らも協力を選択し、他者が非協力行動を選択する場合には自らも非協力行動を選択する。

この仮説は、状況依存的焦点モデルにおける焦点化仮説 (藤井・竹村, 2001) に基づくと次のように説明できる。

まず、PD ゲーム状況下での意思決定を、次のような効用関数  $U$  の最大化問題と考える。

$$U = G \ln(\textit{Self}) + E \ln|\textit{Self} + \textit{Other}| + F \ln |\textit{Self} - \textit{Other}| + C + \varepsilon$$

ここに、 $\textit{Self}$  と  $\textit{Other}$  はそれぞれ自他の利得、 $C$  は定数項、 $\varepsilon$  は誤差項、そして、 $G$ 、 $E$ 、 $F$  はそれぞれ Greed, Efficiency, Fairness に対する配慮の程度を表す非負の焦点化パラメータである。この用に定式化すると、 $G$  が大きければ自らの利益を最大化する傾向が増進し、その結果、PD ゲームにおける非協力行動を選択する傾向が強くなる一方、 $E$  が大きければ、自他の利得の合計を最大化する傾向が増進し、PD ゲームにおける協力行動を選択する

傾向が強くなる, と予想することができる。ただし,  $E$  が大きい個人については, 他者の行動情報が与えられなければ, いずれを選択するかを理論的に予測することはできない。すなわち, GEF 仮説は, 人々が上記の効用関数を最大化することで PD ゲーム下の意思決定を行っていると考えらることで, 理論的に説明することができる。

一方, 状況依存焦点モデルにおける最も基本的な仮説である“焦点化仮説”の考え方(藤井 & 竹村, 2001)に基づくと, 上記の様な効用関数における特定の属性についてのウェイトパラメータは, その属性に対する“注意量”(すなわち, どの程度注意を払っているかの程度)の関数であるということとなる。この考え方に基づくと, 上記効用関数におけるパラメータ  $G$  は利己的利益 (*Self*) に対する注意量の関数であり,  $E$  は自他の利益の (*Self+Other*) に対する注意量の関数である, ということが理論的に予測されるに至る。

以上の理論的説明に基づくと, PD ゲームにおける *Self* と *Self+Other* に対する注意量と, その意思決定との関連に関して, 以下の様な検証可能な仮説が演繹される。

仮説: PD ゲームのマトリクスにおいて *Self* に対する注意量が多ければ非協力行動を選択する傾向が強くなり, *Self + Other* に対する注意量が多ければ協力行動を選択する傾向が強い。

具体的に, 特定の属性に対する“注意量”を測定可能なものとして定義するために, 筆者らは眼球運動測定装置を用いて得られる眼球運動データに基づく方法を試みた(Fujii & Takemura, 2003)。その結果, 不確実性下の意思決定において, 特定の属性に注視する時間が長いほど, その属性にお

いて有利な選択肢が選択される傾向が増進することを見いだしている。この結果はすなわち、特定の属性に対する注視時間が長い程、その属性のウェイトパラメータが増加するという可能性を示唆するものであり、上述の焦点化仮説を支持する経験的証拠の一つであると論ることができよう。したがって、本研究においても、上記の意思決定における注意量に関する仮説を検証するにあたって、Fujii & Takemura (2003)と同様に、眼球運動測定装置を用いた実験を行う。

## 方法

東京工業大学の学生 31 名を一人ずつ部屋に招待し、プロジェクタでパソコン画面を投射するためのスクリーンの前の約 2 メートルの所に設置した椅子に着座してもらった。その上で、眼球運動測定装置を装着してもらった上で、そのスクリーンに PD ゲームのマトリクスの読み方を説明するための画面を投射した。その上で、当人が PD ゲームとはどのような状況であるのかを、参加者の了解を確認するまで口述にて説明した。その上で、図 1 に示した PD ゲームの行列をスクリーンに投射し、A または B の選択を要請し、その選択結果を口頭にて表明してもらった。その結果、18 人が協力選択肢 (A)、13 人が非協力選択肢 (B) を選択した。

なお、図 1 に示したように、通常の PD ゲームの行列に記載されている情報に加えて二人が手にする金額の合計の情報も記載している。これは、本実験は、先に示した仮説において「*Self* + *Other*」に対する注意量と PD ゲーム下での意思決定との間の理論的な関係を想定しており、これを眼球運動測定装置を用いて検証することを目的としているためである。

## 結果

一般に、文章の読解における人々の眼球運動は、“停留”と“サッカード”の繰り返しである (c.f. 斎田 1993)。ここに、停留とは特定の部位に視点をあわせ、しばらく静止させる眼球運動であり、サッカードとはある停留点から別の停留点へと移動する視点の運動を意味する。サッカード運動中は、文字情報は知覚されず、停留した時に停留点を中心とした一定の領域の文字情報が知覚される。ついでには、特定の利得情報に対する注意量を眼球運動の観点から測定する本研究では、その特定の利得情報を記載した文字領域をサッカード時に通過したか否かは考慮せず、その文字領域に停留した総時間を、眼球運動測定装置から求めることとした。そして、Fujii & Takemura (2003)と同様、これを注意量に関わる測定指標であると想定することとした。なお、本研究では、読みの場合の停留時間の大半は 200msec 以上であることから (斎田 1993)、本研究では、200msec 以上視点の移動がなかった場合に、停留したと見なすこととした。

以上の前提の下、眼球運動測定装置より、マトリクス表示時から選択結果を口頭で表明する時点までの間に、マトリクス内のそれぞれの「金額の数値」の文字領域に停留した時間を、マトリクス内の各数値毎に集計した、それらを自分の利得 (*Self*)、他者の利得 (*Others*)、自他の利得の合計値 (*Self + Others*) 毎にさらに集計した。そして、それらの時間の総計に占める各々の割合を、選択行動別に求めた。その結果を表 1 に示す。

表 1 に示した通り、非協力選択者は協力者よりも、自分の利得に注視する傾向が強い一方、合計利得に注視する傾向が弱いという結果となった。ここで、PD ゲームにおける選択結果を要因とした、自分の利益に対する注視時間率と、自他の利得の合計値に対する注視時間率についての反復測定分散分析を行ったところ、「自分の利益と自他の利益の合計値のそれぞれに対する注視時間率」と「選択結果」との間の交互作用が有意傾向となった (F

[ $df = 1, 29$ ] = 3.94,  $p = .057$ ). このことは、協力選択者と非協力選択者として、「誰の利得に注視するか」が異なる傾向にあることを意味している。ここで、仮説における不等号関係を考慮した片側  $t$  検定を行ったところ、自分の利益に注視する割合は非協力者の方が有意に高く ( $t$  [ $df = 29$ ] = 1.86,  $p = .037$ )、合計利得に注視する割合は協力者の方が高いという有意な傾向が見いだされた ( $t$  [ $df = 29$ ] = 1.55,  $p = .066$ )。一方、他者の利得については統計的な差異は見いだせなかった ( $t$  [ $df = 29$ ] = 0.45)。

以上の結果は、本研究の仮説を支持しているが、本研究ではさらに、眼球運動と意思決定との関連を探索的に分析するために、Tanida & Yamagishi (2004) と同様に、自他の行動の組み合わせのいずれの帰結をより注視しているのかを分析した。すなわち、共栄ケース（自他共に協力を選択）、被搾取ケース（自分が協力を選択し、他者が非協力を選択）、搾取ケース（自分が非協力を選択し、他者が協力を選択）、共貧ケース（自他共に非協力を選択）のそれぞれの場合の自他の利益（自分の利得、他者の利得、自他の利得合計）の文字領域をどの程度注視したのかという視点で集計した。結果を、表 2 に示す。被搾取ケース、共貧ケースに対する注視率は、協力選択者と非協力選択者との大きな相違は見られなかったが、共栄ケースについては協力選択者の方が非協力選択者のほぼ 1.5 倍注視率が高く、搾取ケースについては、逆に、非協力選択者のほうが協力選択者のほぼ 1.5 倍注視率が高いという結果となった。ここで、選択結果を要因とした共栄、被搾取、搾取の各ケースに対する注視時間率についての反復測定分散分析を行ったところ、「共栄、被搾取、搾取の各ケースに対する注視時間率」と「選択結果」との間に有意な交互作用が見いだされた ( $F$  [ $df = 1, 29$ ] = 10.16,  $p = .003$ )。このことは、協力選択者と非協力選択者として、「どの様な選択の組み合わせに注視するか」が異なることを意味している。また、各ケース

の注視率の選択結果による相違についての  $t$  検定を行ったところ、共貧ケース、被搾取ケースについては、有意差は見いだせなかったが（共貧ケース、 $t [df = 29] = 0.38$ ；被搾取ケース、 $t [df = 29] = -0.19$ ）、共栄ケースと搾取ケースについては有意差が見いだされた（共栄ケース、 $t [df = 29] = -2.86$ 、 $p = .008$ ；搾取ケース、 $t [df = 29] = -2.87$ 、 $p = .008$ ）。以上より、協力者は自他共に協力行動を選択する共栄ケースに注視する傾向が相対的に強い一方、非協力者は、自らが非協力行動、他者が協力行動をそれぞれ選択する搾取ケースに注視する傾向が相対的に強いことが示された。

## 考察

本研究では、PD ゲーム状況下での意思決定について、GEF 仮説と状況依存焦点モデルにおける焦点化仮説の両者から、非協力行者は自分の利益により強く焦点化する一方で、協力行動者は自他の利得の合計により強く焦点化するであろうという仮説を措定した。この仮説を検証するために、PD ゲームでの意思決定過程における眼球運動を眼球運動測定装置を用いて測定する実験を行ったところ、本研究の仮説は支持された。すなわち、協力者は自他の利得の合計値を記載した文字領域への注視時間が非協力者よりも長い傾向があり、かつ、非協力者は自分の利得を記載した文字領域への注視時間が協力者よりも長かった。その一方で、他者の利得を記載した文字領域への注視時間に有意差は見られなかった。

以上の結果は、GEF 仮説という PD ゲーム状況下での意思決定についての“動機的説明”は、次のように“認知的”にも説明されうる事を含意している。すなわち、“貪欲さの動機”が強い場合には非協力行動を選択するという GEF 仮説による説明は、本研究の焦点化仮説の立場からは、“自己利益への認知的な焦点化の程度”が強い場合に非協力行動を選択すると説

明し直すことができる。そして“効率性”の動機が強い場合には協力行動を選択するという説明は，“自他の利益への焦点化の程度”が強い場合には協力行動を選択するという説明し直すことができる。無論，動機的説明と認知的説明はそれぞれ異なった次元の説明原理であり，動機的説明が認知的にも説明されうるという事態は，いずれか一方の説明原理が不要であることを意味するものでは必ずしもない。しかし，両者の対応を考えることは，種々の心的過程の理解を深める上で一定の有効性を持ちうることは期待できるであろう。なぜなら，これまでにそれぞれ個別に提案されてきた種々の動機に関わる理論や仮説が，“焦点化仮説”という一つの認知的な仮説によって，統一的な理論的枠組みの中で捉え直し得る可能性が示唆されるからである。

例えば，本研究では，探索的な分析として，自他の選択の組み合わせケース毎に，焦点化の程度を把握するための分析を行ったところ，Tanida & Yamagishi (2004) が報告している分析結果と同様に，協力者は自他共に協力をする共栄ケースをより長く注視している一方，非協力者は他者が協力を選択し自分が非協力を選択する搾取ケースをより長く注視しているという結果となった。この結果を理論的に説明する方法にはいくつかの可能性が考えられ得るものと思われるが，少なくとも，意思決定とその過程における焦点化との関連に関する理論的仮説である焦点化仮説の見地からは，次のような仮説によって説明することができる。すなわち，「特定の属性に焦点化している不確実性下の意思決定者は，複数の実現しうる帰結の中でも特に，焦点化している属性が最大となる帰結に焦点化する傾向を持つ」という仮説である。この仮説に基づくなら，「自他の利益に焦点化している人々は，自他の利益が最大となるケースである“共栄ケース”に焦点化するのであり，自己の利益に焦点化している人々は，自己の利益が最大とな



るケースである“搾取ケース”に焦点化するのだ」という形で、本研究の実験結果を説明することができる。

さて、本研究で提案し検証した仮説は、選択肢の“属性”についての焦点化についてのものであった一方で、ここで提示した仮説は、不確実性状態でいずれの“帰結”に焦点化するかについての仮説である。言うまでもなく、こうした新しい仮説の妥当性を検証するには、上記の仮説の妥当性を経験的に検証するための実験を設計する必要がある。しかしながら、こうした仮説が演繹されたのは、焦点化仮説によって意思決定現象の認知的説明を試みるというアプローチを本研究において採用しているが故にであった。焦点化仮説に基づく本研究のアプローチによって、これからどのような理論的・実証的知見を見いだし得るのかは現時点では未知数ではあるが、意思決定に関する現象理解をさらに深めることを目指し、既存の諸研究において個別に提案されてきた種々の知見を一つの統一的な枠組みで理論的に捉え、その上で、新たな実証可能な仮説と実験を検討するという作業を円環的に進めていくことが、本研究の今後の課題である。

## 参考文献

藤井 聡，竹村和久（2001）リスク態度と注意 - 状況依存焦点モデルによるフレーミング効果の計量分析 - ，行動計量学，28(1)，pp. 9-17.

Fujii, S. and Takemura, K. (2003) Attention, frame condition, and decision making under risk: An empirical test of the Contingent Focus Model using an eye gaze recorder, *presented at Society for Judgment and Decision Making Annual Meeting*, Vancouver, Canada.

斎田真也（1993）読みと眼球運動，苧阪良二，中澤幸夫，古賀一男（編）眼球運動の実験心理学，名古屋大学出版，pp. 167-197.

竹村和久(1994)フレーミング効果の理論的説明 - リスク下における意思決定の状況依存的焦点モデル, 心理学評論, 37(3), 270-291.

Tanida, S. & Yamagishi, T (2004) Decision-Making and Attention in Social Exchange, presented at 28th *International Congress of Psychology*, Beijing, China,

Wilke, H. A. M. (1991) Greed, efficiency and fairness in resource management situations. In W. Stroebe, & M. Hewstone (Eds.), *European review of social psychology* (Vol. 2, pp. 165 - 187). New York: Wiley & Sons.

|       |   | あなたの選択   |   |
|-------|---|--|---|
|       |   | A  | B   |
| 相手の選択 | A | あなたが 5000円 をもらう<br>相手が 5000円 をもらう<br>(二人の合計は 10000円) | あなたが 6000円 をもらう<br>相手が 2000円 をもらう<br>(二人の合計は 8000円) |
|       | B | あなたが 2000円 をもらう<br>相手が 6000円 をもらう<br>(二人の合計は 8000円)  | あなたが 3000円 をもらう<br>相手が 3000円 をもらう<br>(二人の合計は 6000円) |

図 1 実験で提示した PD ゲームマトリクス

表 1 自分の利得・他者の利得・自他の利得合計の注視率の選択結果別の  
 平均値 ( M ) と標準偏差 ( SD )

|                              | 非協力選択者     |        | 協力選択者      |        |
|------------------------------|------------|--------|------------|--------|
|                              | ( n = 18 ) |        | ( n = 13 ) |        |
|                              | M          | (SD)   | M          | (SD)   |
| 自分の利得 ( <i>Self</i> )        | 53 %       | (19 %) | 42 %       | (13 %) |
| 他者の利得 ( <i>Other</i> )       | 30 %       | (17 %) | 33 %       | (14 %) |
| 合計利得 ( <i>Self + Other</i> ) | 17 %       | (11 %) | 25 %       | (17 %) |

表 2 共栄・被搾取・搾取・共貧の各領域の注視率の選択結果別の平均値  
(M) と標準偏差 (SD)

|                   | 非協力選択者<br>(n = 18) |       | 協力選択者<br>(n = 13) |       |
|-------------------|--------------------|-------|-------------------|-------|
| (自分の選択 - 他者の選択)   | M                  | (SD)  | M                 | (SD)  |
| 共栄ケース (協力 - 協力)   | 33%                | (14%) | 47%               | (13%) |
| 被搾取ケース (協力 - 非協力) | 17%                | (9%)  | 16%               | (10%) |
| 搾取ケース (非協力 - 協力)  | 37%                | (15%) | 24%               | (11%) |
| 共貧ケース (非協力 - 非協力) | 13%                | (8%)  | 13%               | (6%)  |