

性別が間接互惠性に与える影響の推定

赤石仁^{†1} 中野光臣^{†1}

概要: 利他的行動を生み出す機構の一つとして間接互惠性が知られている。この間接互惠性のゲーム理論的モデルとして、ドネーションゲームが広く用いられてきた。本研究では、性別が間接互惠性へ与える影響を、実際の人間によって行われるドネーションゲームを用いて検討する。実験では、まず、学生男女 10 名で実際にゲームを行い、その結果から、間接互惠性における性別による判断の偏りを推定する。その結果、男性から女性に対して利他的行動が行われる基準は低く、逆に女性から男性に対しての基準は高くなる傾向が示された。

キーワード: 間接互惠性, 性選択, イメージスコアリング, ドネーションゲーム

Estimation of the Effects of Gender on Indirect Reciprocity

JIN AKAISHI^{†1} MITSUTAKA NAKANO^{†1}

Abstract: Indirect reciprocity is known as one of the mechanisms that generate altruistic behavior. As a game theoretic model of indirect reciprocity, a donation game has been widely used. In this research, we examine the effect of gender on indirect reciprocity using the donation game. In the experiment, 10 students consisting of men and women played the donation game. Based on the results, we estimated bias in judgment by gender in indirect reciprocity. As a result, the tendency was shown that criteria for altruistic behavior from male to female are low, on the contrary the criteria from female to male is high.

Keywords: Indirect reciprocity, Sexual selection, Image scoring, Donation game.

1. はじめに

社会的生物において、性差は幅広い場面で行動に影響を与えている。人間の協調行動においても、性別によって異なる行動が観察され、それらを統計的に、もしくは脳科学的に調べる研究が行われてきた[1][8]。Bakerらの研究では、同性、異性でペアを組ませた上であるタスクを行わせ、その効率性を調べた。その結果、女性と女性を組み合わせた場合に、他の組み合わせより効率が落ちることを示している[8]。人間社会で間接互惠性が現れる場面においても、性別は何らかの影響を与えていることが考えられる。

間接互惠性とは、Alexanderによって提唱された、長期的二者関係が無いにも関わらず、自らの負担を省みず他人を助ける利他的行動を生み出す社会的もしくは認知的仕組みを説明したものである[2]。つまり「見知らぬ人を助けると、自分の印象が良くなり、いずれ他の人から助けられる。」という概念である。この概念を、Nowakらが、シンプルなコンピュータでシミュレーション可能なモデルとして表現したのがイメージスコアモデルである[3]。この、イメージスコアリングを利用した助け合いのゲームはドネーションゲーム、もしくはギビングゲームとも呼ばれる。Nowakらのコンピュータシミュレーションを用いた、ゲーム理論的手法を用いた研究により、特定の条件で、ある個人の印象

が間接互惠性を維持するために重要であることを示した。

間接互惠性の最も身近な例として、ネットオークションでの出品者評価制度に関する研究で用いられている[4]。ネットオークションによる出展者の評価が印象値であり、入札者は悪意を持った出展者に騙されないようにその値を用いる。正直な協調的出展者の評価は高まり、不正な非協調的出展者の評価は低下し、取引をしてもらえなくなる。つまり、間接互惠性の概念が、現実世界で現れた典型例である。より頑健なオークションにおける評価システム開発の目的や、様々な社会システムにおける間接的互惠性を説明するために多くの研究で用いられている[5-7]。

本研究では、この間接互惠性が生じうる状況における、性別による影響を明らかにする事を狙う。実際の人間にドネーションゲームを行ってもらい、その結果を男性から男性へ、男性から女性へ、女性から女性へ、女性から男性への4ケースに分析し、それぞれのケースでの協調行動の現れやすさを比較する。これらにより、実際の人間が性別によって行動をどれだけ変更しているのかを、定量的に把握する事を目標とする。

Bakerらの研究で明らかになったように、男性-男性、女性-男性等の組み合わせにより生じる影響を把握することは、実社会でのより効率的な行動につながると共に、性差を考慮した、間接互惠性に関するシミュレーションを行う上での、数値的裏づけの一部となることが期待できる。

^{†1} 熊本高等専門学校 人間情報システム工学科

2. 手法

2.1 オリジナルドネーションゲーム

まず、はじめに、我々が実施した、学生によるドネーションゲームを理解するため、Nowak らが提案した、オリジナルのコンピュータシミュレーションで行われたドネーションゲームの概要について説明する。

ドネーションゲームでは、パラメタとして印象値、利益、戦略値の3つの要素を持った個体を設定した n 体設定する。印象値の初期値は 0 であり、戦略値は、設定された範囲内の値がランダムに個体に割り当てられる。

この個体群から 2 体をランダムに選出し、選ばれた 2 体のうち、片方が助けられる側（被救助側）に、もう片方が助ける側（救助側）に役割が割り当てられる。救助側は、救助するか否かを判断する。救助者の戦略値より被救助者のイメージスコアが高かった場合救助し、その場合救助者は利益を一定量減少させ、印象値が上昇する。被救助側は救助者が支払ったコスト c より多い利益 b を得る。救助者の戦略値より被救助者のイメージスコアが低かった場合、救助側、被救助側の利益は変化せず、救助者のイメージスコアが低下する。

この対戦を 1 ゲームとし、規定回数ゲームを行った後、利益を適応度とし、戦略値を遺伝子として、遺伝的アルゴリズムが適用され、次世代の集団の戦略値が決定される。

世代を重ねることで、戦略値が 0 以下の協調的個体と、戦略値が 0 より上の非協調的個体が集団中に占める割合の動態を観察し、間接互惠性の影響を検討する。

2.2 人間によるドネーションゲーム

本研究では、10 人の 19 歳から 20 歳の同数の男女の協力の元、ドネーションゲームを実際に行った。以下にゲームの手続きの詳細を示す。

- (1) 集団の中から支援者、受援者の 2 人をランダムに選出する。
- (2) 支援者は、受援者に対して支援するか否かを決定する。
 - ・支援する場合…支援者の得点から 1 点減算し、受援者の得点に 10 点加算する。
 - ・支援しない場合…支援者、受援者の得点に変更無し。これらの対戦を、全てのプレイヤーが観察している。
- (3) (1)~(2)を集団の人数に応じた一定回数行い、その後、初期状態に戻る。
- (4) (1)~(3)を 1 セットとして複数回繰り返す。

このゲームを行っている過程で、1 対戦が終わるごとに、ゲーム参加者それぞれの支援回数、支援拒否回数を数え、プレイヤー毎に、支援回数から支援拒否回数を引き、その時点で、コンピュータシミュレーションにおけるイメージスコアリングを行った場合、プレイヤーそれぞれのイメー

ジスコア（印象値）が何点になるかを計算した。

2.3 戦略値の推定

以下で、人間によって行われたドネーションゲームから戦略値を推定した方法を説明する。

ゲーム終了後、全ての対戦を、男性から男性、女性から女性、女性から男性、男性から女性への支援の 4 ケースに分類し、各ケースで受援者の印象値ごとに支援を受けられた確率を求めた。例を挙げると、男性から男性へ支援が行われたケースで、受援者の印象値が 0 の場合の全対戦の結果をまとめ、支援を受けられた回数が 2 回、支援を拒否されたケースが 2 回ならば、支援を受けられた確率は 50%となる。

この支援を受けられた確率は、印象値を横軸にとり、確率を縦軸としてみると、シグモイド関数に近い分布をしていると推測される。つまり、非常に高い正の印象値では支援を受けられる確率は 100%に近い数値になり、マイナスの印象値が大きい場合は支援を受けられる可能性は 0 に近い数値となる。そして、中間的なある印象値の値で支援を受ける確率が 0%から 100%の間の値となることが予想される。そこで、我々はこの支援確率を元に、最小二乗誤差法によってシグモイド関数で近似した。

人間を対象としているため、データ数に限界があり、データが存在しない印象値の部分が存在した場合、シグモイド関数での近似を行う際に強い影響が出ないようにするため、前後の印象値の平均値を入れることで補った。また、戦略値がマイナス側で 0 に近い部分には 0%を、プラス側で 100%の値に近い範囲には 100%を補った。

このシグモイド関数による近似確率分布は、支援をする側から見ると、確率が 50%に近い部分に戦略値が存在すると考えられる。そこで、近似したシグモイド関数上で、支援確率が 50%となった部分を、各ケースにおける支援者の戦略値と推定した。

3. 結果

トータルで 4 セットに分けた 182 回の対戦を行って得られた結果を図 1 から図 4 に示す。各図で実線が近似値であり、破線が実際の実験から把握された支援確率を表す。図 1 が女性から女性へ、図 2 が女性から男性へ、図 3 が男性から男性へ、図 4 が男性から女性への結果を示す。

図 4 に見られるように、ゲーム回数が少ない部分については、極端な値が観察された。

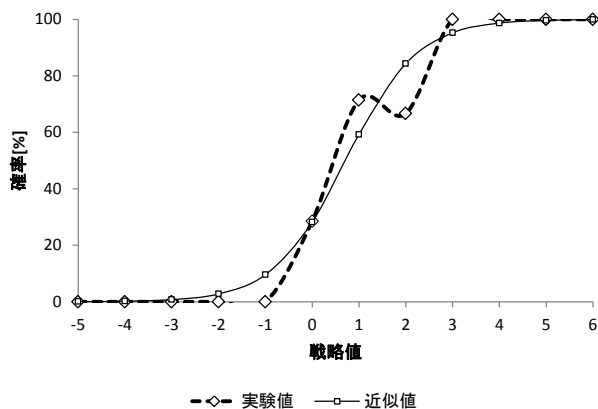


図 1 女性から男性への支援確率

Figure 1 Probability of cooperation from females to males

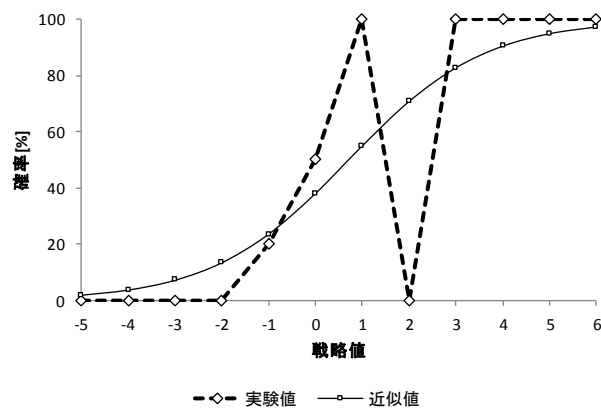


図 4 男性から男性への支援確率

Figure 4 Probability of cooperation from males to males.

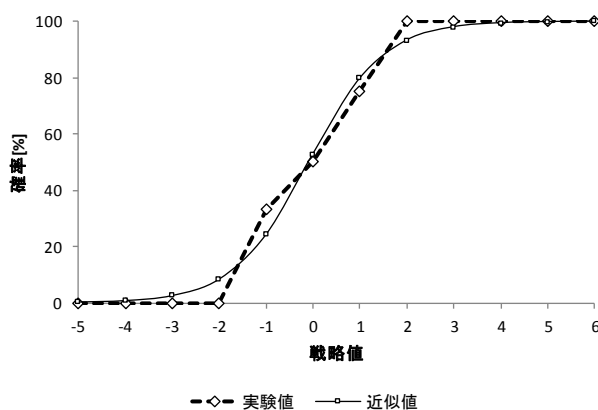


図 2 女性から女性への支援確率

Figure 2 Probability of cooperation from females to females.

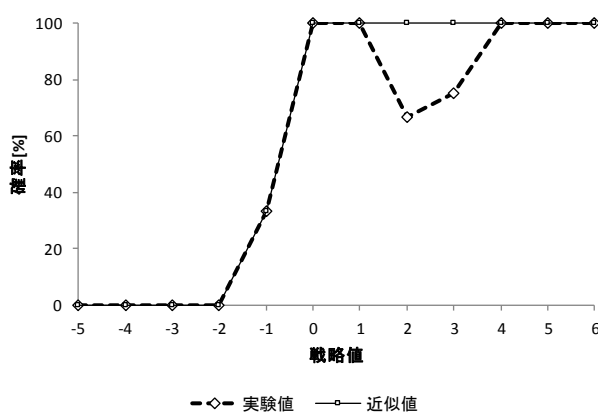


図 3 男性から女性への支援確率

Figure 3 Probability of cooperation from males to females.

図 1 から 4 に示された近似値から、支援確率が 50%になる値から得られた推定の戦略値を表 1 に示す。

表 1 推定戦略値

Table 1 Estimation of the strategies.

支援者	受援者	推定戦略値
女性	男性	+0.71
女性	女性	-0.10
男性	男性	+0.69
男性	女性	-0.75

表 1 から、女性から男性に対しての支援が最も厳しい事が見て取れる。推定の戦略値が+0.71であり、印象値が0.71程度で、支援される確率が50%程度になることを意味する。また、男性から男性への戦略値も同程度の+0.69で、ほぼ同程度に支援の条件が厳しいことを示す。それに対して、男性から女性への支援の場合の推定戦略値が-0.75であり、女性は0.75回程度事前に支援を拒否していても、男性はその女性を50%の確率で支援してしまう可能性があることを示している。女性から女性の推定戦略値はほぼ0に近く、中立に近い結果となった。

4. おわりに

本研究は、間接互惠性が生じる状況において、実際の人間が性別というタグにより行動戦略をどれだけ変更しているのかを定量的に把握し、性別による影響を明らかにする事を目標として、学生10名によるドネーションゲームを行い、性別毎の対戦から支援における条件の厳しさを、シグモイド関数を用いた近似により推定した。その結果、女性から男性への組み合わせが最も厳しく、戦略値は0.71となった。逆に、男性から女性への支援が最も緩い条件であり、戦略値は-0.75となった。

この結果から、比較的、女性は男性へは厳しく、男性から男性へも次いで厳しく、男性から女性へは優しい傾向が観察された。

今後の課題として、まず挙げられるのが、実験でのサンプル数の不足を補う追加の実験である。サンプル数が少ないため、シグモイド関数での近似で誤差が非常に大きくなる部分があった。また、今回は比較的サンプルが若年であり、日常で女性が少数派の環境にいるため、結果に影響した可能性がある。より幅広いサンプルの獲得が望まれる。

また、今回の結果を基盤として、コンピュータシミュレーションにおけるドネーションゲームで、性別の要素を導入したモデルを構築し、人間を対象とした実験では行えなかった多数回の実験を行うことが今後の展開として考えられる。

参考文献

- [1] Baker, J. M., Liu, N., Cui, X., Vrticka, P., Saggari, M., Hosseini, S. M. H., and Reiss, A. L.. Sex differences in neural and behavioral signatures of cooperation revealed by fNIRS hyperscanning. *Scientific Reports*. 2016, volume 6, Article number: 26492.
- [2] Alexander, R. D.. *The biology of moral systems*. Aldine de Gruyter. 1987.
- [3] Nowak, M. and Sigmund, K.. Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature* 393, 1997, p.573-577.
- [4] Diekmann, A., Jann, B. and Wyder, D.. Trust and reputation in internet auctions. *eTrust*. 2009, p. 139-165.
- [5] 川村哲也, “規範と利害に関わる承認理論の解釈 -イメージスコアモデルと評判動学による解釈-”, *経済論叢*(京都大学) 第 183 巻第 3 号, p73-78, 2009.
- [6] 松井博史, 大良宏樹, 井出野尚, 酒折文武, 高橋英彦, 竹村和久. ギビングゲーム状況における協力行動の意思決定. *日本認知心理学会*. p1, 2009.
- [7] Masuda, N.. Ingroup favoritism and intergroup cooperation under indirect reciprocity based on group reputation. *Journal of Theoretical Biology*. 2012. vol. 311, p. 8-18.
- [8] 箱井 英寿, 高木 修. 援助規範意識の性別、年代、および、世代間の比較. *社会心理学研究*. 1987, 3 巻, 1 号, p. 39-47.