

多人数 Web 実験における協力行動と 社会的関係性の相互作用の統計的・心理分析

伊藤 百夏[†] 鈴木 麗聖[‡] 小寺 俊哉[§] 西本 恵太[§] 有田 隆也[‡]

名古屋大学情報文化学部[†] 名古屋大学大学院情報学研究科[‡] 名古屋大学大学院情報科学研究科[§]

1. はじめに

主体間の相互作用過程を議論するため、繰り返しゲームなどの離散的な行動選択に基づく研究が多くなされて来た。しかし、近年、連続的に行動選択を行うゲームを題材とした実験研究が注目されている。例えば、実時間で利得が得られ続け、戦略の更新が随時可能な囚人のジレンマ状況では、被験者はより協力的に振る舞うことが示されている[1]。

同時に、相互作用に関するネットワーク構造の動的な変化が協力行動の創発に影響を及ぼすことが議論されている。例えば、被験者が自由にネットワーク構造を変えられる場合、協力者のクラスタが発生して協力行動が促進されること[2]などが報告されている。しかし、上記の意味での連続的な相互作用における知見は不十分な状況にある。

Nishimoto らは、ゲーム戦略と社会的関係性が連続的に変化する状況を、自己駆動粒子系を用いて表現した Social Particle Swarm (SPS)モデルを提案した[3]。このモデルでは、二次元トーラス平面上の粒子の分布が各人とその間の社会的・心理的關係を抽象的に表現する。各粒子は囚人のジレンマゲームの戦略を持ち、近傍粒子とのゲーム的關係に基づき利得を得るが、粒子間距離が短いほど、すなわち社会的影響が強いほど利得の影響が大きくなる。一般化しつぱ返し戦略に基づき各粒子が連続的に戦略を変更しながら利得の高い関係を持つ個体に近づく条件において、協クラスタの生成と爆発的な崩壊の繰り返しを観測され、現実社会における社会的グループの動的な変化の側面を反映することが示唆された。

本研究は、実際の人の集団において同様なゲーム的設定を用いた際に、協クラスタの生成と崩壊を含むどのようなダイナミクスが観測されるかを明らかにすることを目的とし、多人数が同時に参加可能な Web 実験環境を構築した。本稿では、特に利得設定と粒子速度の影響に注目した予備的な行動実験の結果と、実験後のアンケートの分析に基づくゲームでの振舞いとプレイヤーの心的特性の關係性の分析について報告する。

Statistical and psychological analyses on interactions between cooperation and social relationships in a multi-player web-based experiment

[†]Momoka Ito, School of informatics and Sciences, Nagoya University

[‡]Reiji Suzuki, Takaya Arita, Graduate School of Informatics, Nagoya University

[§]Shunnya Kodera, Keita Nishimoto, Graduate School of Information Science, Nagoya University

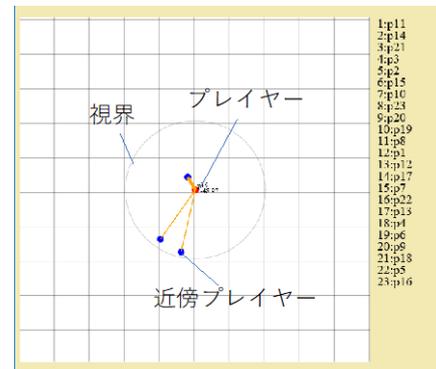


図1：インターフェイス

2. 多人数リアルタイム Web 実験環境

JavaScript, WebSocket および HTML5 の技術を用いて、次に示す Web 実験環境を構築した。

各実験参加者（プレイヤー）は相互の社会的關係の強さを抽象化した 500*500 の二次元トーラス平面を共有し、それぞれ平面上の粒子で表現される。各プレイヤーには図1に示す Web インターフェイスが提示され、中心の粒子が自身を、半径 100 の円内の粒子が視界円内の近傍プレイヤーを表す。また、各プレイヤーは囚人のジレンマゲームの戦略（協力（青色）または裏切り（赤色））のいずれかを状態として持つ。

実験は 0.5 秒間隔のステップ更新頻度で進行し、各プレイヤーは任意のタイミングで自身の戦略と位置を変更できる。具体的には、マウスのカーソルを円の中心から離れた場所へ移動させると、プレイヤーはその方向に速さ v （3 または 6）だけ進むことができ、また、戦略は「C」キーで切り替えられる。

各ステップにおいて、各プレイヤーは近傍の個体それぞれとの關係から、以下の式（1）に基づいて得点を得る。

$$Score = \sum_{j \in \text{Neighbors of } i} \frac{pd_{ij}}{d_{ij} + 1} \quad (1)$$

ここで、分子は囚人のジレンマゲームの利得行列（ $R=1.0, T=1.2$ または $1.5, S=-1.0, P=-0.5$ ）に基づき、注目するプレイヤー i が近傍のプレイヤー j とゲームをして得る利得、分母は i と j との距離である。この式は、距離が近く社会的影響が強いプレイヤー同士ほど、利得行列の得点の絶対値の影響が大きいことを表現している。

各プレイヤーの目的は、自身の得点を最大化する

ことである。参考のため、画面上では全プレイヤーの順位がわかるようにしている。

3. 実験設定とアンケート調査

名古屋大学の学部生および大学院生 23 人を対象として実験した。全体の流れの説明後、裏切りへの誘惑 T と移動速度 v の組み合わせに応じて、それぞれ 7 分ずつの 4 のセッション (S1~S4) を実施した。

S4 終了後に、個人の心理傾向を 5 つの次元 (解放性、勤勉性、外向性、協調性、神経症傾向) で計測する Big Five 尺度の日本語版 TIPI-J[4] と、個人の属する社会の中での関係形成の形成および解消の自由度を計測する関係流動性尺度[5]を用いたアンケートを行い、尺度の得点を参加者ごとに算出した。

なお、分析には各セッションで実験・アンケート共に協力した参加者 20~23 名のデータを使用した。

5. 結果と分析

図 2 は、実験を通して観測された典型的なダイナミクスの例である。(a) 少数の協力者が小さなクラスタを形成し、(b) 相互協力を通してクラスタが拡大するが、(c) 裏切り者の侵入または裏切りへの戦略変更が起こると、協力者が逃げることでクラスタが崩壊する。ただし、クラスタの形成のされ方 (頻度や安定性) は実験の設定によって差異があった。

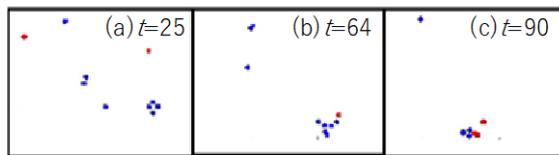


図 2：協力クラスタの生成と裏切り者の侵入 (S3)

図 3 は、各セッションにおいて、各ステップで協力したプレイヤーの割合および移動したプレイヤーの割合の平均である。どの実験設定でも協力率が 6 割を超えており、プレイヤーは概ね協力的だったといえる。また、裏切りへの誘惑が小さく ($T=1.2$)、移動速度が大きい ($v=6$) ほど協力割合が高く、移動割合は小さかった。これは、協力者に有利な条件が反映され、また、視界内での素早い移動を協力者が裏切り者よりうまく利用してクラスタの形成・維持をしやすかったためといえる。

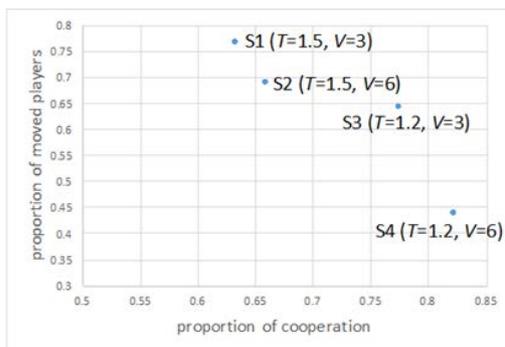


図 3：協力割合と移動割合の平均

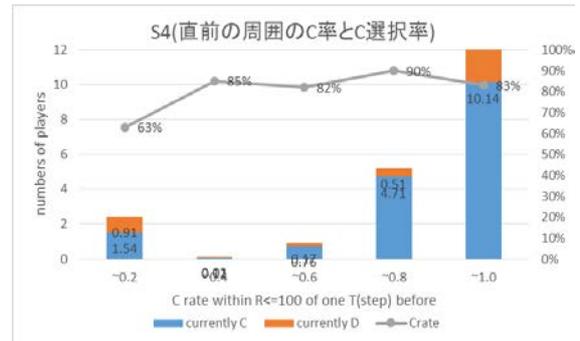


図 4：直前の近傍の協力割合と協力選択率(S4)

以上の傾向を最も反映していた S4 に注目して詳細に分析する。図 4 は、直前の近傍プレイヤーの協力率と自身の協力選択割合を示している。前ステップでの協力率が 6 割以上の場合が多く、概ね、周囲に協力者が多いほど自分も協力を選択する、しっぺ返しの傾向がある。また、周囲に協力者が多いほどその場にとどまる傾向も観測され、これらによって協力クラスタが維持されているといえる。

各プレイヤーに関して、実験中の行動指標 (協力割合、他プレイヤーとの距離、近傍プレイヤー数、移動割合、戦略変更割合) と前述の心理尺度のスコアに関し主成分分析を行った。その結果、協力的なプレイヤーはあまり動かず戦略変更もせず高得点を得ていること、彼らは協調的で保守的な心理傾向があることが示唆された。また、日常で出会いの機会が多く関係形成・解消が自由な環境に置かれるプレイヤーほど移動・戦略変更しがちであり、今回はうまく得点を得られなかったことも示唆された。

5. おわりに

SPS モデルに基づいた多人数 Web 実験環境を構築し、囚人ジレンマ戦略と社会の流動性の影響に注目して実験を行った。協力者が優勢な傾向や、少数の協力クラスタが創発した後、裏切り者の侵入を受け崩壊する SPS モデルと類似した過程や、しっぺ返し戦略的な傾向が見られた。また、プレイヤーのゲーム上の振舞いと心理特性との関係性が一部あった。

参考文献

- [1] Friedman, D. and Oprea, R. (2012). A continuous dilemma. *American Economic Review*, 102 (1), 337-363.
- [2] Rand, D. J., Arbesman, S. and Christakis, N. A. (2011). Dynamic social networks promote cooperation in experiments with humans. *Proceedings of National Academic Science of the United States of America*, 108, 19193-19198.
- [3] Nishimoto, K., Suzuki, R. and Arita, T. (2014). Where do the dynamics of social relationship come from? - An analysis based on social particle swarm. *Proceedings of AROB2014*, pp. 86-91.
- [4] Oshio, A., Abe, S. and Cutrone, P. (2012). Development, reliability, and validity of the Japanese version of Ten Item Personality Inventory (TIPI-J). *The Japanese Journal of Personality*, 21, 1, 40- 52.
- [5] Schug, J., Yuki, M., & Maddux, W. (2010). Relational mobility explains between- and within-culture differences in self-disclosure to close friends. *Psychological Science*, 21(10), 1471-1478.