

直接互惠性が働くソーシャルメディアにおける協調の進化

大阪 健吾¹ 平原 悠喜² 鳥海 不二夫³ 菅原 俊治²

概要: 本研究では、公共財ゲームにおける進化ゲームのモデルを用いて、ソーシャルメディアが協調支配的となるメカニズムを調べる。協調支配的とは、記事投稿やコメント投稿等のソーシャルメディアへの自発的参加が多く行われる状況を指す。一般にソーシャルメディアがもつ公共財の性質を用いて協調支配的になる条件を調べた先行研究があるが、ここではプレイヤーを識別をしておらず、プレイヤー間で働く互惠性が考慮されていない。我々は、ソーシャルメディアへの自発的参加を促すメカニズムとして互惠性に着目し、互惠性がソーシャルメディアの活性化に与える影響を分析した。実験として、既存のソーシャルメディアの抽象モデルを拡張し、直接互惠性を考慮した互惠報酬ゲームモデルを提案し、シミュレーション実験を行った。その結果、以下のような知見を得た。ソーシャルメディアでは、各ユーザが自分に報酬を与えてくれたユーザを認識し、逆に選択的に報酬を与えることで、コメント返しに相当するメタ報酬がなくても協調が促進される。しかし、その後互惠性を考慮せずにコメントをするユーザが増加し、その結果フリーライダーも増加、最終的には記事投稿が減少し、協調が崩壊する。また、以上の状況を繰り返すことが分かった。様々な条件下で提案モデルを用いて実験を行い、ソーシャルメディアにおいて直接互惠性の働きを分析した。

1. 序論

近年、Twitter, Facebook, LINE, mixi, ブログ, などの様々なソーシャルメディアが次々と生み出され、人々に利用されるようになった。これらのソーシャルメディアでは、多数のユーザによって、コンテンツの作成や発信が行われており、このようなユーザの自発的な参加によってソーシャルメディアが成立している。

しかし、人々をソーシャルメディアに自発的に参加させる仕組みは明らかではない。基本的に、情報の作成には時間や労力等のコストがかかるため、ユーザーがコンテンツを発信した時に、そのコストに見合った価値が得られる仕組みが誘因として必要となる。この誘因を用意しなければ、情報提供を行わずに情報を得る（フリーライドをする）者が増え、積極的な情報提供がなくなる。そこで、ソーシャルメディアでは提供された情報に対して、コメントや「いいね！」ボタンなどの機能を用意し、記事投稿に対する報酬を与える機能を用意しているが、このコメント等の報酬を与える行為もまた他ユーザが自発的な参加で生み出される。

以上のことから、活発に利用されるソーシャルメディアの構築には、ソーシャルメディア上でユーザの自発的参加

を促すメカニズムや流行の条件を理解する必要がある。これらを分析し明らかにすることで、今後のソーシャルメディアの運営や構築に役立てることができ、また、数多くのソーシャルメディアがある中で、どのような性質や特徴をもつものがユーザに継続的に利用されるのかを明らかにする。

これまでソーシャルメディアが活発に利用されるためのメカニズムを分析した研究として、ソーシャルメディアの抽象モデルを用いた研究がある [9][2]。ここでは、人々が公共財に貢献するメカニズムを利用して、ソーシャルメディアへの自発的参加を説明している。しかし、[9][2]のモデルでは、それぞれのユーザが互いに個人を識別しておらず、ソーシャルメディア上でお互いが、相手を区別できない状態になっている。このようにエージェントがそれぞれを認識をしない状態は、匿名で利用ができるソーシャルメディアを表すには適しているが、Facebook, twitter, google+ のような、発言した個人を区別できるソーシャルメディアでのユーザの戦略の進化を説明するには不十分である。インターネット上において、匿名か否かは、ユーザーの心理状態や行動に影響するという報告 [7][8] もあり、個人が識別できる場合を考えた実験も重要である。

このような、お互いに相手を識別し、相手の過去のふるまいを記憶状態できる状態で、繰り返しインタラクションを行う状況では互惠的利他主義によって協調行動が促進さ

¹ 早稲田大学情報理工学科

² 早稲田大学大学院情報理工学専攻

³ 東京大学大学院工学系研究科

れることが知られている [5]. 実際にそのような状況で互恵的利他主義によって協調関係が構築されるか調査した研究 [6] では、ソーシャルゲームにおけるプレイヤーの行動記録を分析し、ユーザー同士の相互の協調関係が存在している。

本研究では以上の議論を踏まえ、既存のソーシャルメディアの抽象モデルを拡張し、ソーシャルメディアにおける個人間の互恵性の働きを確認する実験を行う。提案モデルでは、各ユーザが個人を識別し、相手の過去の振る舞いから行動を決定し、互恵性を考慮した戦略がソーシャルメディアでの協調の進化に及ぼす影響を分析する。また、新たに提案したモデルの特性を調査するため、シミュレーション条件を変更し、協調を促進する状況を明らかにする。これにより、現実のソーシャルメディアが活発に利用されるメカニズムが示唆され、ソーシャルメディアの設計指針にできる。なお互恵性には、相手からの直接的な見返りのみを考える直接互恵性と、相手以外からの見返りも考える間接互恵性の2種類が存在するが、本研究では直接互恵性のみを扱う。

本講の構成は以下の通りである。第2章では関連研究について述べ、第3章で互恵性が働くソーシャルメディアのモデル化を行う。これらの章では、公共財ゲームのソーシャルメディアへの適用と、互恵性の性質について説明する。次に第4章で本研究において実施する3つの実験とその結果について説明する。第5章で実験の考察を示し、最後に第6章で結論を述べる。

2. 関連研究

ソーシャルメディアの分析や制度設計を目指した研究は数多く行われている。例えば [3] では、データマイニングを用いたソーシャルメディアの研究として、ソーシャルネットワークにおける有効な分析アルゴリズムを提案した。[4] ではネットワーク構造の観点から Twitter における人気ユーザを分析した。他にも、社会心理学的アプローチとして、[10] では質問紙調査によって Q&A コミュニティにおける参加動機を調査した。その結果、回答投稿動機として (1) 援助的動機、(2) 互酬的動機、(3) 社会的動機、(4) 報酬的動機、の4つの因子の存在を明らかにした。

ソーシャルメディアを抽象的に表現し、その特徴を調査した研究もある。[9] はソーシャルメディアが公共財の性質をもつと考え、公共財ゲームを用いてソーシャルメディアが活発に利用される条件を調べた。そこで、Axelrod のメタ規範ゲーム [1] を拡張させ、裏切りへの懲罰に加えて、協調に対する報酬を表現した一般化メタ規範ゲームを提案し、それをさらにソーシャルメディアに適した形にしたメタ報酬ゲーム、報酬ゲームを提案した。[9] は、メタ報酬ゲーム、報酬ゲームを用いたシミュレーションから、メタ報酬(報酬に対する報酬)が協調を促進させることを示し、コメン

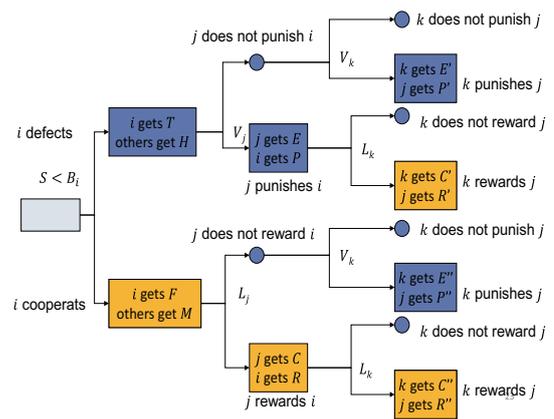


図1 一般化メタ規範ゲームのモデル

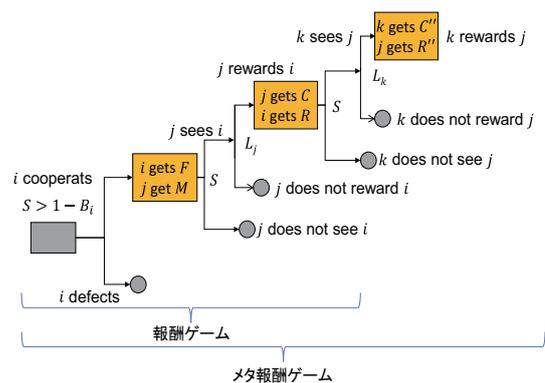


図2 報酬ゲーム・メタ報酬ゲームのモデル

トに対するコメントの存在が、ソーシャルメディアの活発な利用に重要な役割を持つことを明らかにした。さらに、コメントの利得がコメント投稿のコストを上回ることが必要なことを示した。また、[2] は、[9] の研究を人間関係のネットワーク構造に近いと言われる、Watts と Strogatz が提案した WS モデルと Barabasi と Albert が提案した BA モデル上で、メタ報酬ゲームと報酬ゲームを用いて実験を行った。その結果、ネットワークにおけるハブに位置するユーザが、ソーシャルメディアの活発な利用の促進に重要な役割を果たすだけでなく、報酬ゲームでもある一定の記事投稿を促す仕組みを示した。

他方、本研究ではソーシャルメディアにおいても、個人の間互恵性が働く考え、互恵性を報酬ゲームに導入し、互恵性が働くソーシャルメディアの性質を調査する。

3. ソーシャルメディアのモデル化

3.1 公共財としてのソーシャルメディア

ソーシャルメディアの特徴として、以下の3つが挙げられる。

- (1) ユーザが情報を提供しあうことで成立する。
- (2) 情報提供には時間や労力のコストがかかるが、その報酬として他のユーザからの反応が得られる。
- (3) 情報提供をせず、読むだけのフリーライドも可能である。

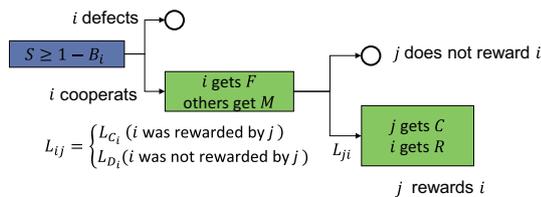


図 3 互惠報酬ゲームのモデル

これら 3 つの特徴から、ソーシャルメディアは、多くの人の協力により維持できる公共財と捉えられる。[9] では、そのソーシャルメディアが持つ公共財の性質を利用し、公共財への貢献を促進するメカニズムとしてソーシャルメディアへの自発的参加を説明した。

公共財への貢献を促進するメカニズムを説明したものに、Axelrod[1] が提唱した規範ゲーム、メタ規範ゲームがある。規範ゲームの基本的なゲーム構造は、 n 人囚人のジレンマであり、非協調者に懲罰を与えるという行動原理を導入することで協調を促進させるモデルである。この規範ゲームとメタ規範ゲームは、様々な公共財問題に応用可能だが、これは懲罰で規範を保つモデルであり、ソーシャルメディアのようなフリーライダーを罰する仕組みがないものには適用できない。

そこで、ソーシャルメディアを公共財ゲームで表現するため、メタ規範ゲームを拡張したものが一般化メタ規範ゲーム [9] である。これは、非協調者への懲罰の双対行動として、協調者に対する報酬を与える行動原理を追加したモデルである。この一般化メタ規範ゲームの構造を、図 1 に示す。この一般化メタ規範ゲームから懲罰の仕組みを取り除くことで、ソーシャルメディアを表現できるモデルとして、図 2 に示すメタ報酬ゲーム、報酬ゲームを提案している。

メタ報酬ゲームは一般化メタ規範ゲームにおける裏切りへ懲罰という行動原理を取り除いたものであり、報酬ゲームはメタ報酬ゲームからメタ報酬の構造を除いたものである。メタ報酬・報酬ゲームは、懲罰はなく、報酬のみで規範を維持するため、ソーシャルメディア上での協調行動を説明できる。なお協調行動は、記事に対するコメント投稿に対応する。

3.2 互惠報酬ゲーム

メタ報酬ゲームには報酬に対する報酬という構造が存在するが、実際のソーシャルメディアではコメントに対するコメントのようなメタ報酬の構造は見られないものもある。さらに FaceBook のように個人を同定できるときには、互惠性、つまり誰がコメントしたかという情報が次の行動に影響すると思われる。そこで、報酬ゲームに対して互惠性を導入し拡張を行った。この拡張したモデルを互惠報酬ゲームと呼び、その構造を図 3 に示す。

互惠報酬ゲームは複数ステップにわたって N 人囚人の

ジレンマゲームを繰り返す。本モデルは以下のフェーズから構成される。

- (1) エージェント集団の作成
- (2) 互惠報酬ゲーム
- (3) エージェント進化

このゲームでは、エージェントにゲームの報酬の記憶を持たせ、その記憶によって報酬を与える確率を変更する。エージェントが報酬を与える際は、相手が過去に自分に報酬を与えていた場合と、そうでない場合と異なる確率で報酬を与える。これにより、エージェントは相手の行動に応じて異なる戦略を取れ、ソーシャルメディアにおいて、互惠性を考慮したユーザの戦略の進化をモデル化できる。以下各フェーズについて詳細を述べる。

3.3 エージェント集団の作成

このフェーズは初回のみ行われ、 N 人のエージェントで構成された完全グラフを用意する。 $A = \{i_1, \dots, i_n\}$ をエージェントの集合とする。各エージェント $i \in A$ はそれぞれ学習パラメータ (戦略) として、公共財に協調を行う確率 (記事投稿率) B_i 、相手が過去に自分に報酬を与えた場合に報酬を与える確率 (以下協力コメント投稿率と呼ぶ) L_{C_i} 、相手が過去に自分に報酬を与えていない場合に報酬を与える確率 (以下通常コメント投稿率と呼ぶ) L_{D_i} の 3 つを持つ。進化計算のためにそれぞれのパラメータを長さ 3 のビット列で表現し、合計 9 ビットでエージェントの戦略を表す。このビット列をエージェントの遺伝子と呼ぶ。なお、遺伝子の初期値はランダムとする。

エージェント i は遺伝子とは別に、長さ W の記憶を持ち、隣接するエージェント j が最近 W 回のゲームで自分に対してコメントを行ったかを記憶する。

3.4 互惠報酬ゲームフェーズ

ゲーム t において、エージェント i にはコメント発見率 S_{it} ($0 \leq S_{it} < 1$) が与えられる。もし $1 - B_i \leq S_{it}$ なら i は記事を投稿し、そうでなければ i は記事を投稿しない。記事を投稿した場合、エージェント i は記事投稿コスト F を支払い、 i に隣接するエージェントは記事を購読することで利得 M を得る。記事の投稿が公共財ゲームでの協調に相当する。

エージェント i が記事投稿を行った場合、次に i に隣接するすべての各エージェントが、 i に報酬を与える (つまりコメントする) かを確認する。隣接するエージェント j は S_{it} の確率で当該記事に気付く。当該記事に気付いた場合、 j は自分の記憶から、最近 W 回のゲームで i が自分に報酬を与えていたかを確認する。もし i が j に報酬を与えていた場合、 j は協力コメント投稿率 L_{C_j} にしたがってコメントを投稿する。そうでない場合は、 j は通常コメント投稿率 L_{D_j} にしたがってコメントを投稿する。なおここで

表 1 互惠報酬ゲーム・報酬ゲームの実験パラメータ

パラメータ	値
プレイヤー数	N 20
記事投稿のコスト	F -3.0
記事購読による利得	M 1.0
コメント投稿のコスト	C -2.0
コメント購読による利得	R 9.0
記憶長	W 1

は完全グラフと仮定したため、 i に隣接するエージェントとは $A \setminus \{i\}$ である

各エージェントは上記の行動を順に行い、これを 1 ゲームとする。4 回のゲームで 1 世代とし、世代の完了後に各エージェントの利得の合計を求め、当該利得を各エージェントの適応度とする。

3.5 エージェント進化フェーズ

各世代後に遺伝的アルゴリズム (GA) を用いてエージェントの戦略を進化させる。遺伝的アルゴリズムとは、親としてエージェントを 2 体選択して交叉させ、1 体の子を作り、突然変異を起こさせるというフェーズである。選択にはルーレット選択を、交叉には一様交叉を採用する。このフェーズで新しい世代のエージェントを生成し、再び互惠報酬ゲームフェーズに入り、これを繰り返す。以下各操作について説明する。

3.5.1 親の選択

各エージェントは、隣接するエージェントおよび自分自身から適応度に応じたルーレット選択により、エージェントを 2 体選出する。具体的にはエージェント i が選択される確率 Π_i を以下の式で決定する。

$$\Pi_i = \frac{(v_i - v_{min})^2}{\sum_{j \in A} (v_j - v_{min})^2} \quad (1)$$

ここで v_i はエージェント i の適応度、 v_{min} は A の中で最も低い適応度を持つエージェントの適応度である。

3.5.2 交叉

選出した 2 体のエージェントの遺伝子を一様交叉させ、新たな遺伝子を得る。エージェント i は、交叉で得た新たな遺伝子を自分自身の遺伝子とする。一様交叉では 2 種類の遺伝子を得るが、そのうちの一方をランダムに選択し用いる。

3.5.3 突然変異

遺伝子を更新した後、0.5%の確率で各遺伝子座の値をランダムに反転させる。各エージェントは合計 9 ビットの遺伝子を持つので、例えばエージェント数が 20 体であった場合には、そのうちの約 1 つのビットが反転する (20 体 \times 9 ビット \times 0.5% = 0.9 ビット)。

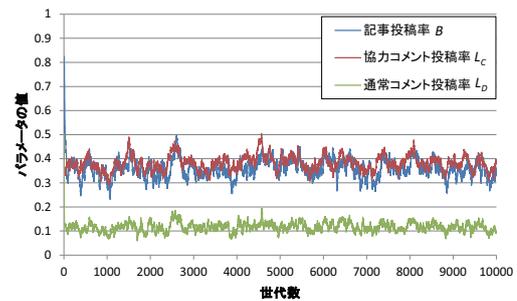


図 4 互惠報酬ゲームのシミュレーション結果 (100 回の試行の平均)

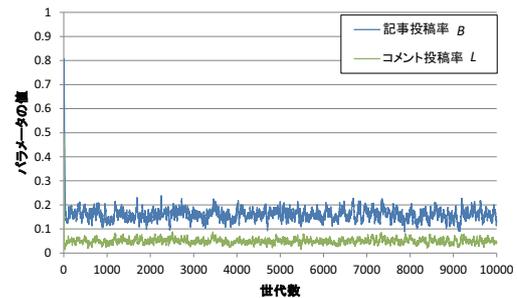


図 5 報酬ゲームのシミュレーション結果 (100 回の試行の平均)

4. 実験

4.1 直接互惠性の協調率への影響

初めに、互惠報酬ゲームと報酬ゲーム上でシミュレーションを行い、直接互惠性がソーシャルメディアの協調の進化に及ぼす影響をシミュレーション実験で調査した (実験 1)。なお以下のデータは、特に断りがなければ、100 回の試行の平均である。実験で使用した実験パラメータの値を表 1 に示す。

互惠報酬ゲームと報酬ゲーム上での平均記事投稿率と平均コメント投稿率の推移をそれぞれ図 4、図 5 に示す。なお、結果の横軸は世代数を表しており、縦軸はその世代における全エージェントのパラメータの平均を表す。これらの図を比較すると、報酬ゲームでは記事投稿率 B が 0.2、コメント投稿率 L が 0.1 付近を推移しているのに対して、互惠報酬ゲームでは、記事投稿率 B 、協力コメント投稿率 L_C がともに 0.4、通常コメント投稿率 L_D が 0.1 付近を推移している。

両者の結果を比較すると、互惠報酬モデルでは、報酬ゲームよりも比較的協調する規範が保たれることから、直接互惠性が協調を促すが、大幅な協調率の上昇を引き起こさないと推定できる。

4.2 エージェント数 N の影響

実験 2 ではエージェントが多い状態での互惠性の働きを確認するため、互惠報酬ゲームで用いるエージェント数 N を 20 から 300 の間で変化させ、それぞれの場合の平均記

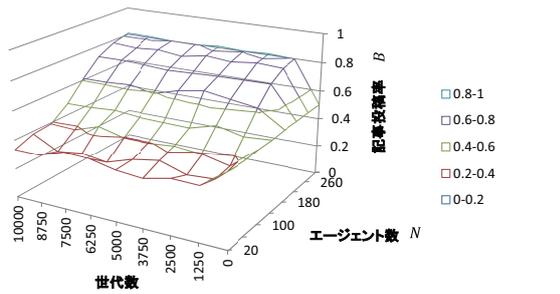


図 6 N と記事投稿率 B の関係 (互恵報酬ゲーム)

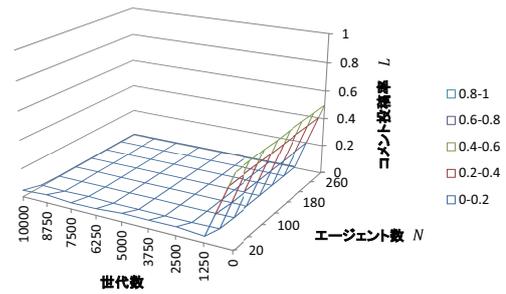


図 10 N とコメント率 L の関係 (報酬ゲーム)

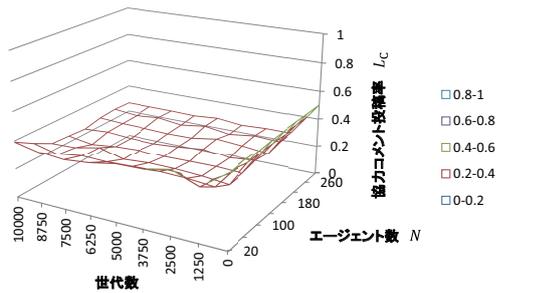


図 7 N と協力コメント投稿率 L_C の関係 (互恵報酬ゲーム)

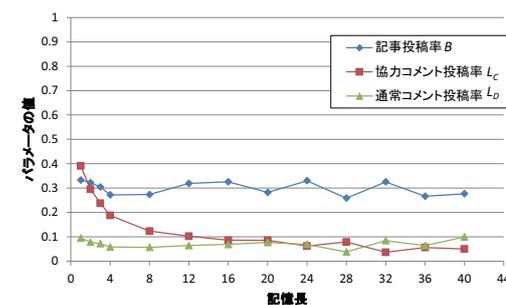


図 11 互恵報酬ゲームに記憶長が及ぼす影響

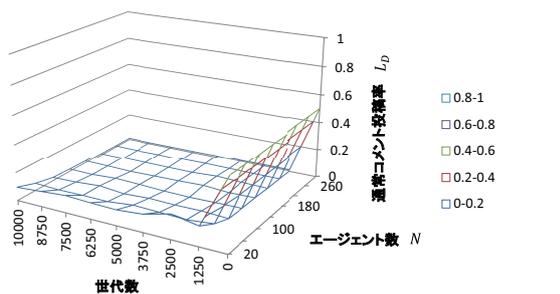


図 8 N と通常コメント率 L_D の関係 (互恵報酬ゲーム)

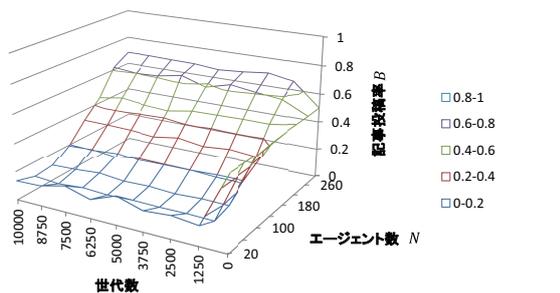


図 9 N と記事投稿率 B の関係 (報酬ゲーム)

記事投稿率と平均コメント投稿率の推移を調べた。その他のパラメータは表 1 の値と同じである。実験の結果を図 6, 図 7, 図 8 図 9, 図 10 に示す。図 6, 図 7, 図 8 はそれぞれ、エージェント数を変えた場合の、互恵報酬ゲームの記事投稿率、協力コメント投稿率、通常コメント投稿率の推移を表している。また、報酬ゲームでの結果を図 9, 図 10 に示す。互恵報酬ゲームではエージェント数が増えるほど

記事投稿率が増加するが、コメント投稿率は協力コメント率および通常コメント率のどちらも大きな変化を起こさない。報酬ゲームでも、エージェント数が増えると記事投稿率が高くなるのが分かる。また、両者を比較すると、エージェント数が多い状態であっても、実験 1 の結果と同様に互恵性が協調を促進することを確認できる。

4.3 記憶長の影響

実験 3 では、エージェントの記憶長が協調の進化に及ぼす影響を確認するため、互恵報酬ゲームにおいて、エージェントの記憶長 W を 1 ~ 40 の範囲で変化させた。その他のパラメータ値は表 1 と同様である。図 11 は、その結果である。互恵報酬ゲームにおいて、エージェントが記憶するゲーム数が増えると、記事投稿率には変化は及ばさない一方、協力コメント率、通常コメント率は低下することが分かる。この結果より、互恵報酬ゲームにおいては、記憶長が増えるほどコメント投稿率が減少する傾向があると思われる。

5. 考察

5.1 直接互恵性の協調率への影響

実験 1 の結果は、報酬ゲーム上においても互恵性を考慮することで、協調が進化しやすくなることを示している。互恵報酬ゲームに上で記事投稿率、コメント投稿率が上昇した理由を調べるため、互恵報酬ゲーム、報酬ゲームそれぞれのある 1 回の試行結果を図 12, 図 13 に示す。またそれぞれの詳細を見るために最初の 1500 世代を拡大し

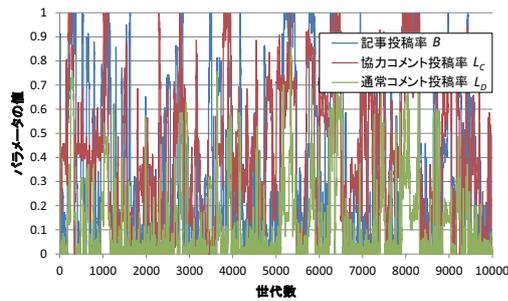


図 12 互恵報酬ゲームのシミュレーション結果 (1 試行)

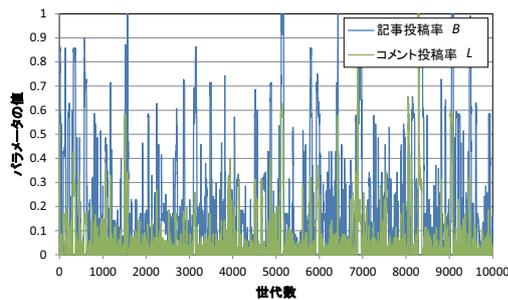


図 13 報酬ゲームのシミュレーション結果 (1 試行)

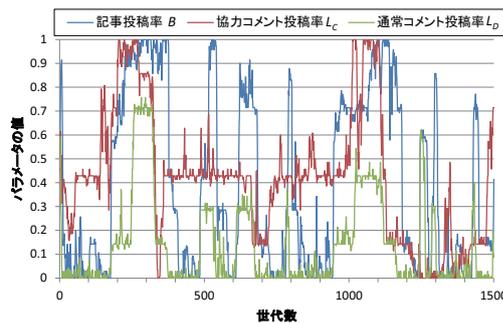


図 14 互恵報酬ゲームのシミュレーション結果 (1 試行 1500 世代)

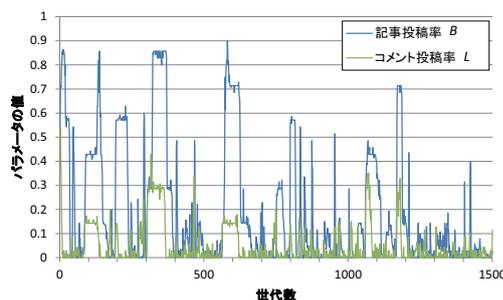


図 15 報酬ゲームのシミュレーション結果 (1 試行 1500 世代)

図 14, 図 15 に示す。

図 13, 図 15 より, 報酬ゲームにおいても一時的にコメント投稿率が高くなり, 記事投稿率も増加している状態が存在することが分かる。しかしその状態は持続せず, 平均値としての B, L 値は低い。一時的に B, L が増加するのは, 突然変異によって生まれた L の高いユーザが, 偶然その世代の際に多くの利得を得て, そのユーザの遺伝子が拡散す

るためである。すると, 集団全体の L が高くなり, 一時的に記事投稿をした方が多くの利得を得られる状況になるため, B も上昇する。しかし, そのような全員が記事投稿, コメント投稿を行う空間では, 記事のみを行いコメントをしない戦略が最善となるため, 結果的に L が低下し, それに伴って B も低下する。

一方, 互恵報酬ゲームでも, 図 12, 図 14 より, 定期的に記事投稿率, コメント投稿率が増加し, その後減少していることがわかる。通常のコメ率 L_D は報酬ゲームと同様の理由で定期的に増加する。しかし, 互恵報酬ゲームでは, コメントを投稿してきたユーザと, その他のユーザを区別するため, 一度集団内全員のコメント投稿率が増加すると, 互恵性に基づいて互いにコメントを投稿しあうユーザの利得が高くなるため L_C が高くなり, それに伴って B も増加する。実験から普通は L_C は 0.4 付近で推移するがこの状況になると, 記事投稿もコメント投稿も頻繁に行われ, ソーシャルメディアが活発に利用される状況が生まれる。しかし, 全員の B, L_C が高い状況では, B, L_C, L_D すべてが高いユーザを排除できず, 結果的に集団内の B, L_C, L_D すべてが高い状況となる。このような空間では, コメント投稿の有無かわらずコメントを受けられ, コメント投稿せずに記事投稿のみを行うことが最善戦略となる。そのため, ユーザの L_C, L_D が減少し, やがてコメントが行われなくなると B も低下し, 記事投稿が減少する。このような理由で, 互恵性を考慮した報酬ゲームでは, 記事投稿が促進された状態と記事投稿が行われない状態を繰り返すが, その周期は報酬ゲームが瞬間的なものに対してやや長い周期で変化する。これが図 4 で平均値としての記事投稿率と協力コメント率を押し上げる形となった。

以上での現象をソーシャルメディアの観点で考察する。ソーシャルメディア上では, ユーザが直接互恵性を考慮しない場合は, 一時的にコメントを行うユーザが現れるが, コメント投稿を行うインセンティブがないため, ソーシャルメディア全体において記事投稿がほぼ行われず, コメント投稿も少なくなる。一方, 個々のユーザがコメントを行う際に, 直接互恵性を考慮する場合は, コメントを行うユーザ同士の間でコメントを送りあう関係が形成されるため, 記事投稿が定常的に行われ, さらに一時的に多数の記事を投稿する規範が保たれる。しかし, そのような記事投稿が多い状況では, 互恵性を考慮せずにコメントを行うユーザが徐々に増え, やがてユーザはコメント投稿をしなくても多くのコメントを受け取れるようになる。その状態になると「コメントのためにコメントを送る」というコメント投稿の動機がなくなり, 多くのユーザがコメント投稿をしなくなる。最終的には, 記事投稿をしてもコメントをもらえないためユーザは記事投稿しなくなり, 協調する規範が崩壊する。

相手からコメントを受け取ったかを考慮せずに, 分け隔

てなくコメントすることは一般により行為と考えられるが、コメントを送りあう互恵関係によってソーシャルメディアが活発に利用されていた場合においては、その行為はコメントを受け取るためにコメントをするというユーザのモチベーションを減らし、コメント投稿を行う規範を、そしてそれに伴って記事投稿をするという規範も崩壊させる可能性がある。

5.2 エージェント数 N を変化させた場合

実験2の結果、報酬ゲームや互恵報酬ゲームにおいては、ネットワーク上のエージェントの数が増えると、コメント投稿率に関わらず協調が進化しやすくなる。これはネットワーク上のエージェントの数が増えるほど、その記事を発見しコメントを送るエージェントが出てきやすくなるためである。

ソーシャルメディアにおいても同様に、自らに対してコメントを与えてくれる候補が増えるほど、そのユーザはコメントを受け取りやすくなり、記事投稿を積極的に行うようになる。ただしこれは完全グラフの場合に成立する性質であり、その他の場合には異なる可能性がある。

5.3 記憶長の影響

実験3の結果から、記憶長が増えると、協調が行われにくくなるのが分かった。これは、エージェントが過去のゲームの相手の行動を考慮するほど、報酬を一方的に送る関係が発生しやすくなるためと考えられる。記憶長が1のときは、コメントを送った相手が自分にコメント投稿しなかった場合、ただちにコメントの送付をやめ、コメントを送りあう互恵関係を築かないエージェントを排除できる。しかし、記憶長が伸びると、相手が自分にコメントを行わなくても、記憶長の数だけゲームが経過しないと過去の情報が消えず、一方的にコメントを送る関係が長く続く。その結果、コメントを一方的に受けるだけのエージェントが増え、全体のコメント投稿率が下がりやすくなる。現実のソーシャルメディアでこの結果を解釈すると、コメントを一方的に送るだけの関係が起りやすい構造が存在すると、コメントを一方的に受け取ろうとするユーザが増え、コメントを積極的に行うユーザが少なくなる可能性がある。

6. 結論

本研究では、ソーシャルメディアが活発に利用されるようになるメカニズムを調査し、明らかにするため、ソーシャルメディアにおけるユーザ間での互恵性の働きをマルチエージェントシミュレーションによって調査した。過去の研究でソーシャルメディアを抽象的に表現したモデルとして、公共財ゲームの枠組みを用いたメタ報酬ゲーム、報酬ゲームが提案されていたが、それらのモデルでは、互恵性を考慮されていなかった。本研究では、ユーザ間の直

接互恵性を考慮したモデルである互恵報酬ゲームを提案し、実験を行った。

実験1では、互恵報酬ゲームと報酬ゲームの実験から、各ユーザが自分に対して報酬を与えてくれたユーザと、それ以外のユーザを区別してコメントすると、ソーシャルメディアへの自発的な参加が増えることが分かった。また、全ユーザに対して分け隔てなくコメントをするユーザが増えると、結果として記事投稿やコメント投稿が減少する可能性も示した。実験2では、互恵報酬ゲームをユーザ数を変化させ実験を行った。その結果、エージェント数が多い状態でも、ユーザの互恵性が、ソーシャルメディアの利用を促すことを示した。実験3では、互恵報酬ゲームでユーザが記憶するゲーム数を増加させるとコメント投稿が減少することが分かった。

今後の課題としては、ソーシャルメディアにおいて間接互恵性が働いている場合の分析があげられる。ソーシャルメディアにおいては、やりとりが2者の間のみで完結することは珍しいと考えられるため、間接互恵性を考慮したモデルは、ソーシャルメディア上の互恵性にはより適している。また、現実のソーシャルメディアのネットワークの形に近いネットワーク条件下での実験も行う予定である。

参考文献

- [1] Axelrod, R.: An evolutionary approach to norms, *American political science review*, Vol. 80, No. 04, pp. 1095–1111 (1986).
- [2] Hirahara, Y., Toriumi, F. and Sugawara, T.: Evolution of Cooperation in Meta-rewards Games on Networks of WS and BA models, *Proc. of the IEEE/WIC/ACM Int. Joint Confs. on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)*, Vol. 3, IEEE, pp. 126–130 (2013).
- [3] Karamon, J., Matsuo, Y. and Ishizuka, M.: Generating Useful Network-based Features for Analyzing Social Networks., *AAAI*, pp. 1162–1168 (2008).
- [4] Saito, K. and Masuda, N.: Two types of Twitter users with equally many followers, *Proc. of the 2013 IEEE/ACM Int. Conf. on Advances in Social Networks Analysis and Mining*, ACM, pp. 1425–1426 (2013).
- [5] TRIVERS, R. L.: The evolution of reciprocal altruism, *Q. Rev. Biol.*, Vol. 46, pp. 35–57 (1971).
- [6] 高野雅典, 和田計也, 福田一郎: ソーシャルゲームプレイヤーの協調行動の分析 (特集エンターテイメントにおけるAI), *人工知能: 人工知能学会誌*, Vol. 30, No. 1, pp. 74–82 (2015).
- [7] 佐藤広英, 吉田富二雄: インターネット上における自己開示, *心理学研究*, Vol. 78, No. 6, pp. 559–566 (2008).
- [8] 森尾博昭: インターネットにおけるアイデンティティ: 社会心理学的視点から (<特集>Web アイデンティティとAI), *人工知能学会誌*, Vol. 24, No. 4, pp. 535–543 (2009).
- [9] 鳥海不二夫, 山本仁志: ソーシャルメディアにおける協調の進化, *情報処理学会論文誌*, Vol. 53, No. 11, pp. 2507–2515 (2012).
- [10] 三浦麻子, 川浦康至: 人はなぜ知識共有コミュニティに参加するのか: 質問行動と回答行動の分析, *社会心理学研究*, Vol. 23, No. 3, pp. 233–245 (2008).