

## ソーシャルメディアにおける限界効用逓減の効果

三浦 雄太郎 † 鳥海 不二夫 ‡ 菅原俊治 †

† 早稲田大学基幹理工学部 情報理工学科 ‡ 東京大学大学院工学系研究科

### 1 序論

近年、スマートフォンの普及などで数多くのソーシャルメディアが生まれ、人々に利用されるようになった。ソーシャルメディアでは、従来のメディアと異なり、基本的にユーザによるコンテンツの作成や提供が行われている。このように、多数のユーザによる自発的参加によってソーシャルメディアは成立しているが、コンテンツ作成や提供にはコストも発生し、ユーザが自発的に行わせる仕組みは明らかでない。ソーシャルメディアが流行するメカニズムを分析した研究として、進化ゲームによる抽象モデルを用いた研究がある [1][2]。しかしこの研究では協調行動に与えられる報酬に対して、人間の心理的な嬉しさを考慮していない。Fechner [3] は、心理的な感覚量は刺激の強度ではなく、その増加量の対数に比例して知覚されると述べており、財やサービスにおいては限界効用逓減の法則として知られている [4]。[1] の既存モデルでは報酬は与えられた分だけ線形増加するとしており、人間の感覚と乖離する部分がある。

以上の議論を踏まえて、本研究では既存モデルを拡張し、協調行動に対する報酬に限界効用逓減の法則を適用したモデルを提案し、限界効用逓減の法則がユーザの自発的参加に与える影響を分析する。

### 2 対数モデルメタ報酬ゲーム

既存のソーシャルメディアを表す抽象モデルのメタ報酬ゲーム [1] に対して、限界効用逓減の法則を適用することで拡張した。この拡張したモデルを対数モデルメタ報酬ゲームと呼び、図 1 にその構図を示す。対数モデルメタ報酬ゲームの基本構造は、協調（記事投稿）を報酬（コメント）とメタ報酬（メタコメント）によって促す公共財ゲームである。

各エージェントはそれぞれ学習パラメータ（戦略）として、記事投稿率  $B$ 、コメント（メタコメント）投稿率  $L$  の 2 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 6 ビットでエージェントの戦略を表す。各エージェントは 1 世代に 4 回の記事投稿の機会が与えられ、あるエージェントが記事投稿を行うたびに、周りのエージェントはコメント投稿、メタコメント投稿の機会を得る。各機会ごとにエージェントは自らが持つパラメータによって行動を行い、記事投稿、コメント投稿ごとにコストを支払っ

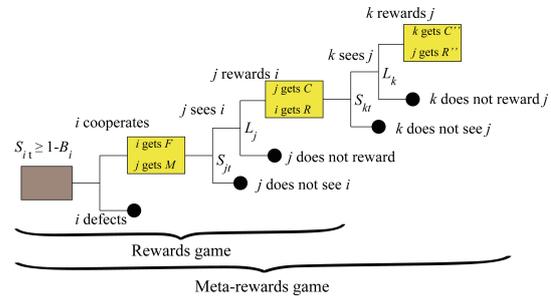


図 1: 対数モデルメタ報酬ゲームのモデル

て他エージェントに報酬を与える。ある一つの投稿に対して与えられた報酬には限界効用逓減の法則が適用されるため、コメント数に応じて対数的に報酬を増加させる。対数モデルメタ報酬ゲームでは、1 世代が完了するごとにその世代で得た報酬の総和を適応度として、遺伝的アルゴリズムによって各エージェントの戦略を進化させ、ユーザの戦略の進化を確認する。

比較のため、報酬は線形増加するとしている既存モデルを線形モデル、提案モデルを対数モデルと呼ぶ。

### 3 実験結果

対数モデルメタ報酬ゲーム上でシミュレーションを行い、限界効用逓減の法則がソーシャルメディアの協調の進化にどのような影響を及ぼすか調査した。実験で用いたパラメータを表 1 に示す。

対数モデルと線形モデルのメタ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図 2 に示す。この結果より、対数モデルは線形モデルと同様に協調行動が最適戦略となり、線形モデルと比べ平均記事投稿率  $B$  はわずかに高く、平均コメント投稿率  $L$  はわずかに低いという結果を得た。また、ユーザ数を変化させたときの各投稿率の推移を図 3 に示す。これらの図から、線形モデルとは異なり、提案モデルではユーザ数の増加に従い、平均コメント投稿率  $L$  のみが低下

表 1: 対数モデルメタ報酬ゲームの実験パラメータ

パラメータ		値
ユーザ数	$N$	20 ~ 100
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

Effect of diminishing marginal utility on social media  
 †Yutaro MIURA ‡Fujio TORIUMI †Toshiharu SUGAWARA  
 †School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University  
 ‡Department of Engineering, The University of Tokyo

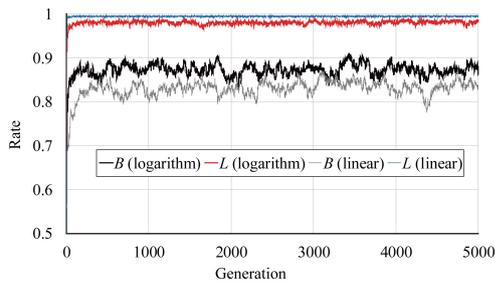


図 2: メタ報酬ゲーム (100 試行平均, ユーザ数 20)

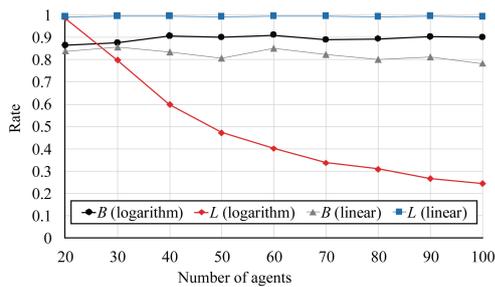


図 3: メタ報酬ゲームにおけるユーザ数の影響 (100 試行平均 5000 世代目)

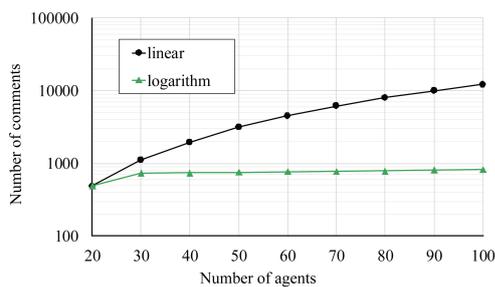


図 4: 平均コメント回数 (100 試行平均, 5000 世代目)

するという結果を得た。

#### 4 考察

図 2, 図 3 の結果から, 限界効用逓減の法則が適用された環境でも協調が促進されるだけでなく, わずかではあるが線形モデルより記事投稿が促進されることがわかった。また, ユーザ数が多い環境では低い平均コメント投稿率でも記事投稿が促進されることがわかった。ユーザは, 自分自身が得る報酬を最大化させるようにパラメータを学習する。限界効用逓減の法則によりコメント購読利得の増加割合が小さくなる状況では, コメントをしすぎると総コストが総利得を超え, 損をする。その結果, ユーザはコメント投稿を少し減らすことでコストによる損失を抑え, 記事投稿を増やすことでコメント利得を多く受け取れるように学習したと考えられる。

コメントする相手が多い状況ではコメント過多による損失を抑えるためコメント投稿頻度を調節し, その結果, 総ユーザ数に応じて  $L$  が低下したと考えられる。実際に各エージェントが 5000 世代目に行ったコメント投稿の平均回数を図 4 に示す。線形モデルではユーザ数の増加に従い平均コメント回数が増加し続けるが, 対数モデルではコメント相手が増加しているにも関わらず一定回数のコメントを行っていることが図 4 からわかる。コメント投稿頻度を調節することによってコメント回数がある程度一定に保つことは, コスト (労力) の観点からより自然な行為であるといえ, 対数モデルでは, この状況が再現できていると考えられる。他方, 線形モデルで表されるユーザのコメント行動は現実とは乖離すると考える。

これらの現象を現実の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, 友達関係にあるユーザの投稿を見ることができ, その全てに対して必ずコメントするとは限らない。特に友達の数が多い場合は見ることができ投稿の数も非常に多く, 見た投稿に対して行うコメントの頻度は低くなってしまふ。一方友達の数が少ない場合はお互いの投稿を見る機会が多く, ユーザ間のコメントによるやりとりが頻繁であることが多い。これはユーザがコメントを行う回数には上限があることを示唆しており, ごく自然な現象であると考えられる。しかし, 友達からコメントを貰うためには記事投稿をすることは必須である。結果的に, 周りの友達のコメント投稿頻度に関わらず, ユーザの自発的な記事投稿により協調支配的な状況が生み出されていると考えられる。

#### 5 まとめ

本研究では, 限界効用逓減の法則がソーシャルメディアにおけるユーザの自発的参加に与える影響をマルチエージェントシミュレーションによって分析した。その結果, 既存モデルと比べ提案モデルでは低いコメント投稿率でも協調が維持された。この結果はユーザのコメント行動に上限があることを示唆しており, より現実に即した現象を表現している。今後の課題としてより現実のソーシャルメディアに近い構造をもつ複雑ネットワーク上での実験があげられる。

#### 参考文献

- [1] Fujio Toriumi, Hitoshi Yamamoto, and Isamu Okada. Why do people use social media? agent-based simulation and population dynamics analysis of the evolution of cooperation in social media. In *Proc. of The 2012 IEEE/WIC/ACM Int. J. Conf. on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology-Volume 02*, pp. 43–50, 2012.
- [2] Kengo Osaka, Fujio Toriumi, and Toshihauru Sugawara. Effect of direct reciprocity and network structure on continuing prosperity of social networking services. *Computational Social Networks*, Vol. 4, No. 1, p. 2, May 2017.
- [3] Gustav Fechner. *Elements of psychophysics*. vol. i. 1966.
- [4] Hermann Heinrich Gossen. *The laws of human relations and the rules of human action derived therefrom*. Mit Press, 1983.