

特集「エージェント」

ソーシャルメディアにおけるエージェント技術

Agent-Based Simulation on Social Media

山本 仁志
Hitoshi Yamamoto
立正大学経営学部
Faculty of Business Administration, Rissho University.
hitoshi@ris.ac.jp

鳥海 不二夫
Fujio Toriumi
東京大学大学院工学系研究科
Graduation School of Engineering, the University of Tokyo.
tori@sys.t.u-tokyo.ac.jp

Keywords: social media, agent-based modeling, interdisciplinary research.

1. はじめに

ソーシャルメディアの急速な発展は学問領域をまたぐ幅広い分野で数多くの関連研究を促している。参加者の利用動機を探る心理学的アプローチ[川浦 99, 三浦 08]やSNSの構造的な特徴を解明する研究[松尾 07, 湯田 06]などさまざまなアプローチ・手法がとられている。これらソーシャルメディアの特性を知るうえで、また、ソーシャルメディアの効率的な利用方法、運営方法を模索するうえでエージェントシミュレーションは有用である。

本稿では、ソーシャルメディアにおけるエージェント研究動向について、抽象-具体、分析-設計の2軸で分類整理して紹介する。また、その中でゲーム理論などを用いたソーシャルメディアの性質を理解するための分析的シミュレーションとQ&Aシステム設計のためのシミュレーション手法を紹介する。

分析的シミュレーションの枠組みでは、ソーシャルメディアを公共財と捉えた分析が有力である。従来の社会における規範維持のメカニズムとソーシャルメディア上の規範維持のメカニズムに、どのような相違点・一致点があるのだろうか。また、その違いはソーシャルメディアを設計する際にどのように考慮されるべきであろうか。本稿では、一般化メタ規範ゲームという統一的な枠組みを提案することで、ソーシャルメディアの公共空間としての特徴を概説する。

設計のためのシミュレーションの枠組みでは、Q&Aサイトを事例として取り上げ、人々がソーシャルメディアのコンテンツ作成に貢献するために有効となる報酬制度の在り方に関して概説する。WikipediaやQ&Aサイトは、参加者が自らの知識を他者に提供することで成立しているため、参加者にとってどのような動機を提供するかが大きな設計課題となる。その一つの解として、適切な報酬制度の設計があげられる。交換される知識の性質や参加者の多様性によって、望ましい報酬制度がどの

ように変化するのかを紹介する。

2. ソーシャルメディアにおけるエージェント研究の分類

2.1 分類の枠組み

ソーシャルメディアはそれ自体が多様な個人の情報発信によって成立していることから、個々の相互作用を記述することでマクロ的現象を解明するエージェント技術との親和性が高い。本稿で紹介する研究群も多様な対象領域・問題意識のうえで研究が展開されている。一方で社会現象を対象としたエージェント技術を用いた研究においては常に理論的基盤のせい弱性が指摘されている。それに対するエージェント研究側の対応としては従来からモデルの単純化、モデルのロバスト性検証、パラメータの感度分析、現実データとの接合などが存在する。一方で、対象とする現象を扱う既存の学問領域との接合もしくはそこへの新たな貢献が明確でないためエージェント研究の価値が明確でないとの議論もある[岡田 12]。

ソーシャルメディアとエージェント技術というともにまだ歴史が浅く今後の発展が期待される領域においては、既存の学問領域とどのように協業しつつ新しい研究領域を開拓していくべきかを検討する必要がある。そのためにはソーシャルメディアにおけるエージェント研究の全体像を捉えるフレームワークを構築することが必要である。またその枠組みを用いて親和性の高い学問領域を整理することでソーシャルメディアにおけるエージェント研究の今後の発展の指針となることが期待できる。

従来の社会シミュレーションのモデルの分類はモデルの抽象度に着目した分類が代表的である。Gilbert [Gilbert 99] はモデルを抽象度で分類し抽象度の高い順に Abstract, Middle-range, Facsimile と分類した。Grune-Yanoff [Grune-Yanoff 10] はモデルの説明力により Potential, Partial, Full と分類した。これらはともにモデルを記述する際に現象を抽象化する度合いによって

エージェントモデルを分類している。当然抽象化の度合いによってモデルがもつ説明力は異なり、抽象度の高いモデルは一般性をもつことを可能とするが具体的な現象の説明力には乏しくなるだろう。逆に具体的なモデルは、ある特定の減少の記述力には長けているが、モデルの一般性には乏しくなる可能性がある。これらはトレードオフの関係にあり、研究者が解き明かしたい課題によってふさわしい抽象度を設定する必要がある。

一方で Squazzoni [Squazzoni 12] は、モデルを *synthesis* と *analytical* と分類し、モデル化の目的による分類を行っている。エージェント研究の目的としては大きく二つの方向性が考えられる。一つは現象のメカニズムを理解し従来のアプローチでは記述できないマイクロ・マクロの相互作用過程を記述することである。他方は対象となる社会システムの挙動を理解したうえで何らかの施策なりシステムによってよりよい社会システムを設計しようとするアプローチである。これらは背反的なアプローチではないが、研究の主眼がどちらにあるかによって関連する学問領域も異なってくるのが考えられる。

ここまでの議論を踏まえて我々は、エージェント研究をモデルの「抽象度」およびモデルの「目的」という二つの軸で整理し、それぞれの象限に当てはまる研究と親和性の高い既存の学問領域を例示する。

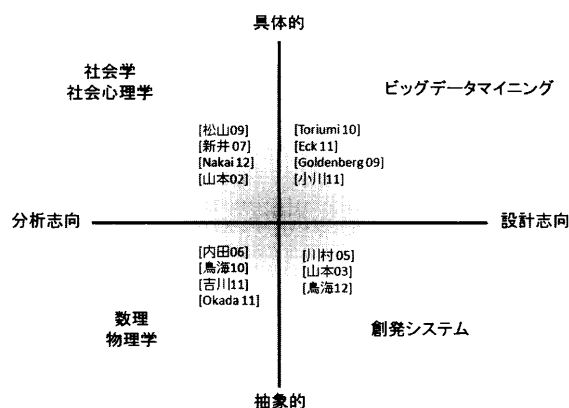


図1 ソーシャルメディアにおけるエージェント研究の枠組みと近接学問領域

図1は、我々の提案するソーシャルメディアにおけるエージェント研究分類の枠組みを示したものである。横軸はモデルの目的を表す軸であり、右方が設計志向のアプローチ、左方が分析志向のアプローチを意味する。縦軸は抽象度を表す軸であり、上方が具体的なモデルを意味し、下方が抽象的なモデルを意味する。それぞれの象限に該当する研究群と親和性の高い学問領域を周辺に配置している。図中の参照は本稿で紹介する研究事例である。

2.2 具体モデルによる設計

第1象限は具体モデルによる設計志向の領域であり、近年研究の発展が著しいビッグデータマイニングの領域との親和性が高い。この領域においては「膨大な量の実

データを使用して複雑で現実的なモデルを構築し、新しい複雑な社会経済制度を創出すること」[実世 12]がこれからのエージェントシミュレーション研究の大きな目標と位置付けられている。

ソーシャルメディアそのものの設計として、Toriumiらは実データの分析からエージェントモデルを設計し、ソーシャルネットワークサービスの活性化に有効な利用促進手法をエージェントベースシミュレーションによって確認している [Toriumi 10].

ソーシャルメディアはクチコミの流通において最も重要な基盤となり得るため、マーケティングサイエンスの領域においてもエージェント技術を用いたクチコミの影響分析が扱われている。マーケティングサイエンスの領域においては特に現実とのフィッティングは重要な課題となる。背景として計量経済学や計量心理学の影響を受けつつ発展した領域であり、POS データから ID 付き POS データへと環境が進化する中で、図1の第1象限の領域との親和性が高い。van Eckら [Eck 11] はオピニオンリーダが普及に与える影響のシミュレーション実験を質問紙調査とともに実施し、マーケターがオピニオンリーダにフォーカスしたキャンペーンを採用する際に必要な環境条件を提案した。Goldenbergら [Goldenberg 09] も普及プロセスに与えるハブの影響を検証し、普及スピードに与えるハブの存在と普及の規模に与えるハブの二つのタイプの存在を示している。彼らは企業が少数のハブの製品の採用状態を利用して、早い段階で製品の普及の成否を検討することができると述べている。

2.3 具体モデルによる分析

第2象限は具体モデルによる分析志向の領域であり、社会学や社会心理学の領域との親和性が高い。ソーシャルメディアの利用が社会的関係資本に与える影響など社会学の重要な課題に対してエージェントモデルにより理論的な仮説を提示することが期待できる。

具体的な事象との接合を基盤とした研究としては松山 [松山 09] が Enron 社の電子メールのログデータに基づく情報流の分析がある。松村はエージェントモデルによって実データのネットワーク構造や情報流を再現したうえで、集団の構成要員が変化したときの情報流の特徴変化を検証している。

新井らは、知識共有サイトにおける投稿行動の実証的解析を行い、それに基づいた投稿記事数の数理的成長モデルを提案している [新井 07].

また、Nakai はオンラインコミュニティの閉鎖につながる「荒し行為」のモデルを構築し、荒し行為者への過度の反応がコミュニティの崩壊を招くことを示した [Nakai 12].

2.4 抽象モデルによる分析

第3象限は抽象モデルによる分析志向の領域であり、数理物理学などの領域との親和性が高い。ゲーム理論などの数理モデルを用いて基本的な現象を記述し、既存理論では記述できない複雑性を加えることやモデルの制約を緩めることで（例えばエージェントの異質性など）既存領域との接合および差別化を図るアプローチである。

ソーシャルメディアにおいては、人の行動や関係性の構造を単純なモデルで表現することで、人がどのようにインタラクションし、関係性を構築していくかを明らかにすることを目指した研究がいくつか存在する。例えばソーシャルメディアにおける人々のインタラクションが、どのようなメカニズムによって構築されるのかを、SNSのネットワークを再現可能なネットワークモデルから明らかにする研究が複数存在する[内田 06, 鳥海 10]。また、ソーシャルネットワーク上での情報伝播がどのように行われているかを分析した研究がある。吉川らはソーシャルネットワーク上での情報拡散をモデル化し、ノードの期待影響力を推定可能なことをシミュレーションによって確認している[吉川 11]。

2.5 抽象モデルによる設計

第4象限は抽象モデルによる設計志向の領域であり、創発システムなど複雑系の理論との親和性が高い。ミクロレベルの相互作用ルールや構造を設計することでマクロにおける複雑かつ創発的なシステムを設計するアプローチであり、第1象限の研究とともにエージェント技術の優位性および今後の可能性が強く期待される領域である。

抽象レベルの設計においてもネットワーク構造が情報の拡散に与える影響を扱ったものが多い。川村ら[川村 05]は消費者の間の影響の構造をさまざまなネットワークによって表現し、さらには市場がネットワーク外部性をもつ環境下ではどのようなプロモーションの投下が効果的であるのかを検証した。インターネット上の多くのサービスにはネットワーク外部性が存在すると考えられるので川村らのモデル化は市場の一般的な性質を抽象化したうえで、有効な戦略を設計するための指針を与えている。

山本ら[山本 03]は消費者間オンライン取引における評判システムの有効性を検証するために、市場参加者の流動性の違いによる効果的な評判システムの検討を行い、参加者の流動性の低い環境では、参加者の悪い行為（品質の低い品の提供や料金の不払いなど）を共有するネガティブ評判システムほうが効果的であるが、参加者の流動性の高い市場ではネガティブ評判システムは機能せず、参加者の良い行為を共有するポジティブ評判システムのほうが効果的であることを示している。

3. 研究事例紹介：ソーシャルメディアにおける分析と設計

3.1 抽象レベルでの設計：ゲーム理論によるソーシャルメディアのモデル化

§1 公共財ゲームとしてのソーシャルメディア

ソーシャルメディアは、多数のユーザの自発的な情報提供が継続的に行われることで価値が生まれるメディアである。ユーザの自発的な参加には情報の生成・投稿のコストが必要であり、自ら貢献することなくフリーライドする誘因が存在する。にもかかわらず、ユーザは自らコストをかけてソーシャルメディアを利用している。なぜ人はソーシャルメディアを利用するのか、そのメカニズムを公共財ゲームを用いて、抽象度の高いモデルで分析している研究がある[鳥海 12]。

ソーシャルメディア上には多数の情報が投稿・蓄積されることで参加者に共有され、誰もがアクセスし利用することができる。つまり公共財としての性質をもっている。公共財への貢献を促進する仕組みとしては、協調しない者に対し罰則を与える規範ゲーム・メタ規範ゲームが提案されている[Axelrod 86]。しかし、ソーシャルメディア上では非参加者を罰するという事は不可能である。そこで、懲罰ではなく協調者にたいして報酬を与えるという方法を取ることが考えられる。報酬しか与えられない公共財ゲームであるソーシャルメディア上で、どのような条件が整ったときに協調が進化するのかを、エージェントシミュレーションによって明らかにする。

§2 ソーシャルメディアのモデル化

本研究では、規範ゲームの一般化をおこない、協調に対する報酬を表現可能とした一般化メタ規範ゲームの枠組みによってソーシャルメディア上でのコミュニケーションを表現している。公共財に対する協調・裏切りに対する報酬と懲罰を網羅的に表現するために、一般化メタ規範ゲームは図2のように表現できる。

ソーシャルメディアにおいて、記事の投稿はほかのユーザにとっての利益となり、記事を投稿したユーザは時

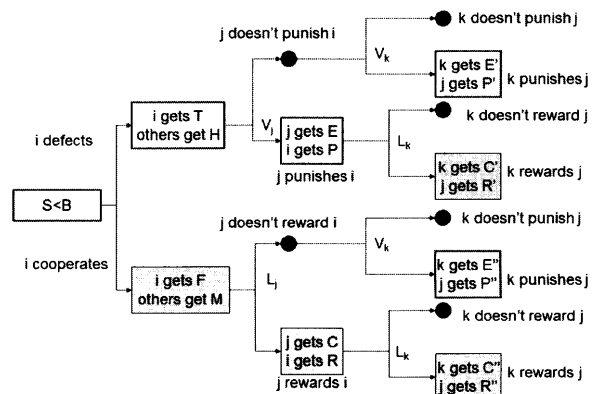


図2 一般化メタ規範ゲーム

表1 記事の投稿における利得表

| | 協調(C) | 裏切り(D) |
|--------|---|----------------------|
| 協調(C) | $-F + (N_c - 1)M \setminus -F + (N_c - 1)M$ | $-F \setminus N_c M$ |
| 裏切り(D) | $N_c M \setminus -F$ | $0 \setminus 0$ |

間などのコストを払うことになる。したがって、記事の投稿は各ユーザがコストを払ってほかのユーザに利益を与える表1のような利得表をもつ公共財ゲームと考えることができる。ただし、 N_c は協調した参加者の数、 F は記事投稿のコスト、 M は他人が書いた記事を読むことによって得られる報酬である。

一般的にソーシャルメディアでは、あるユーザが何らかの記事を投稿し、それについてほかのユーザがコメントをつけたり、いいね！ ボタンを押すことによって、コミュニケーションが行われる。また、コメントを行ったユーザに対してコメント返しが行われることも多い。これは、図2における協調に対する報酬、および報酬に対する報酬のみが存在する状態に対応する。すなわち、一般化メタ規範ゲームにおける、 $T=H=E=P=E'=P'=C'=P'=E''=P''=0$ としたときのゲームに相当する。このような公共財ゲームをメタ報酬ゲームと呼び、ソーシャルメディアを表していたモデルといえる。

§3 シミュレーションに基づくソーシャルメディアの分析

メタ報酬ゲームに基づいてソーシャルメディアをモデル化し、協調が促進される条件をエージェントシミュレーションで確認した。

報酬およびメタ報酬を行うコスト $C=C''=-c$ と $R=R''=r$ を同時に動かし協調の進化がどのように変化するかを確認した。その結果を図3に示す。x軸がコスト c 、y軸が報酬 r 、z軸がエージェントの記事投稿率 B の平均値である。この結果から、協調が支配的になる条件は、 $r > c$ が成り立つときであることが確認された。ここで、協調はソーシャルメディアの利用を意味することから、ソーシャルメディアが利用される条件は「投稿を行ったユーザへのコメントおよびコメントへの返信に必要な心理的コストが、コメントによって得られる心理的報酬よ

Average B

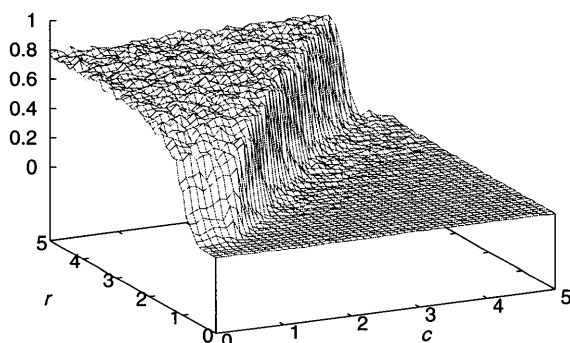


図3 協調の進化に報酬とコストが与える影響

りも小さいこと」であるといえる。

以上のように、ソーシャルメディアを抽象的なレベルでのエージェントベースモデルを構築することにより、本質的な性質を明らかにするとともに、新しいソーシャルメディアの設計に応用することが可能である。

3.2 具体レベルでの設計 :Q&A システムにおける報酬制度の設計問題

前節で議論したように、ソーシャルメディア上の情報流通には公共財問題が存在する。知識の投入や返信には当然コストがかかるため他者の貢献に期待してフリーライドする行為が支配的になってしまう可能性がある。現実のQ&Aサイトにおいては情報提供に対してサイト運営者が何らかの報酬を与えることで参加者に対する動機付けを行っている。しかし、報酬制度の違いが参加者の行動にどのように影響を与え得るのか、またコミュニティの特性によって望ましい報酬制度はどのように異なるのかといった問題は実事例の検証だけでは不十分であり、さまざまなシナリオを検証するためにエージェントシミュレーションが必要となる。このような課題に対して、Q&Aシステムを質問者と回答者の集合によってモデル化し、報酬制度とコミュニティ参加者の特性の関係を検討した研究がある[小川11]。

本研究では、Q&Aコミュニティにおける利用者間の知識取引のプロセス（質問行動・回答行動・返報行動）をエージェントベースでモデル化し、シミュレーション実験を行うことで報酬制度の導入効果を明らかにする。具体的には、コミュニティが制度として設定する返報における報酬の高さが、回答の数、回答の質、質問者の質問のしやすさといった観点においてどのような効果をもたらすのかを明らかにする。また、質問者と回答者の知識傾向の同質性が高い、あるいは低いといった異なるコミュニティ環境に対して、シミュレーションによるシナリオ分析を行うことで、コミュニティ環境にとって有効な報酬制度の導入方針に関する知見を得ることを目的とする。

§1 回答にかかるコストと報酬の関係

図4中のプロットは、質問に対する回答者の回答努力と返報獲得（平均）の値である。Yahoo! 知恵袋のデータに関しては、国立情報学研究所の提供しているデータを用いており、データの最新日である2005年10月において回答数10回以上の回答者1000人をランダムで抽出したものをプロットしている。人力検索はてなのデータについては、2009年11月において回答数10回以上の回答者1000人をランダムで抽出したものをプロットしている。なお、質問者の特性の比較については、現実のデータにおいて質問者の主観である回答の質（マッチ度）を数値化することが難しいため、回答者の特性について比較を行った。また、人力検索はてなのデータプロットに関して、y軸の項目については平均獲得ポイン

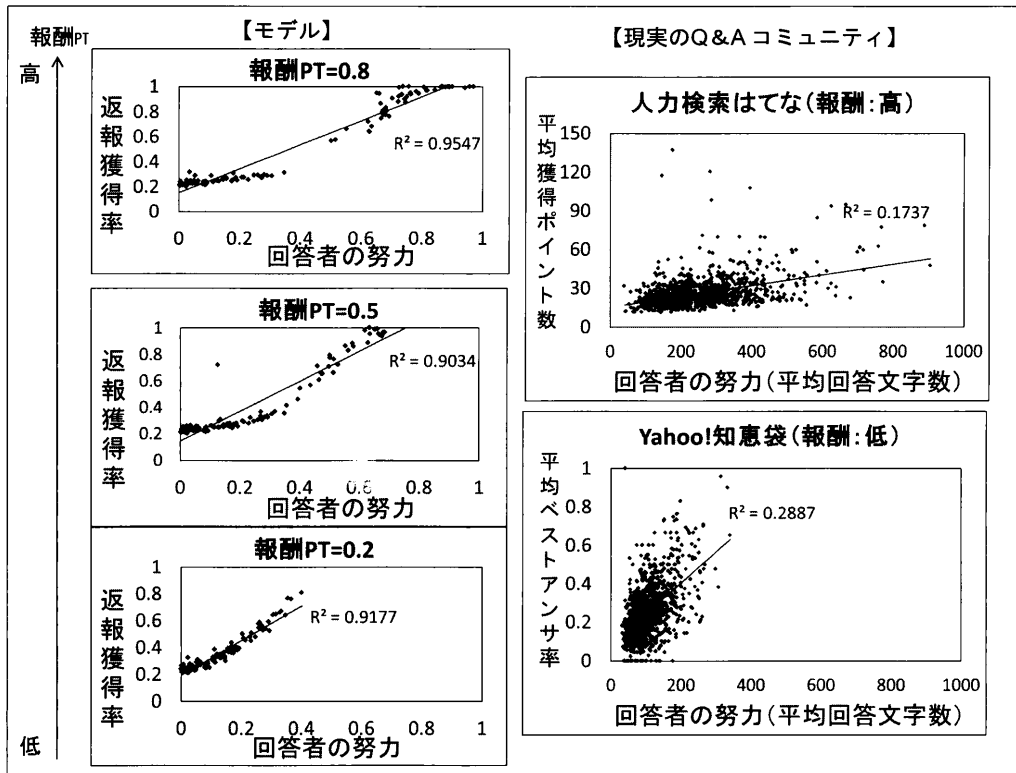


図4 モデル上の回答者と、現実のQ&Aコミュニティの回答者の特性の比較

ト数としている。これは、人力検索はてなでは、ほとんどの回答に対して少なからず質問者のポイント付与があるために、プロット上で返報獲得率が1に偏ってしまうことから、返報獲得率よりもよりの確な返報を反映した平均獲得ポイント数を項目として用いた。

回答者の効用モデルでは、回答努力は効用に対してコスト項であるため、努力をせず利得を得ようとする戦略が優位であると考えられる。しかし、回答努力の高い回答者の返報獲得が高くなっている。この結果をもたらすメカニズムは、回答者にとっての回答努力は回答作成の労力コストとなるが、一方で回答努力の高い回答は質問者からの返報率を高める効果があることにより、結果としてより高い利得を得ることが可能になっているためである。現実のQ&Aコミュニティにおいても、回答努力を文章量、利得をベストアンサ率として観察してみると、シミュレーション結果と同様の結果を得ている。

§2 Q&Aシステムの報酬制度の設計に向けて

続いて、報酬制度と参加者の同質性の違いによってQ&Aシステムに寄せられる回答の数と質がどのように変化するかを検討した。図5、図6は横軸に回答に対する報酬の大きさ（質問者が支払う謝礼の大きさ）を表し、縦軸に回答の数、質をそれぞれプロットしている。同質性は、コミュニティに参加する質問者と回答者の興味や知識がどの程度一致しているかを示す。例えば、Yahoo!知恵袋のような多様なカテゴリーのもとで多様な知識をもった利用者が参加するコミュニティ、または特定の専門的な話題を扱い同様の知識傾向をもった利用者が集ま

るコミュニティ（UNIXコミュニティなど）、あるいは、知識傾向が異なる異分野間での相補的なナレッジマネジメントとしてQ&Aを用いて行うコミュニティなどが考えられる。本研究では、これらのコミュニティ環境の違いを、質問者と回答者の同質性として定義する。

図5に、報酬を変化させたときの、回答の数（1質問への平均回答数）の質問者平均を示す。この結果より、報酬を高めると、どのコミュニティ環境においても回答の数は低下することがわかった。図6に、報酬を変化させたときの、回答の質（質問者の知識特性と回答との平均マッチ度）の質問者平均を示す。この結果より、報酬を高めると、どのコミュニティ環境においても回答の質は向上することがわかった。しかし、同質性が高いコミュニティにおいては報酬を大きくしても回答の質の向上が小さいが逆に解答数の低下が大きいといった特徴が見られた。

シミュレーション結果より、質問者と回答者の同質性が中程度のコミュニティでは、回答の数を重視するのであれば、報酬は低く、回答の質と質問のしやすさを重視するのであれば報酬は高く設定するといった導入方針が有効であるといえる。一方、質問者と回答者の同質性が高いコミュニティでは、同質性が中程度のコミュニティと同様の傾向があるが、回答の質については、報酬を高めることによる向上はそれほど見込めないため、質問のしやすさとしての効果を目的とした導入方針が有効であるといえる。また、質問者と回答者の同質性が低いコミュニティでは、報酬を高めることによって、回答の質

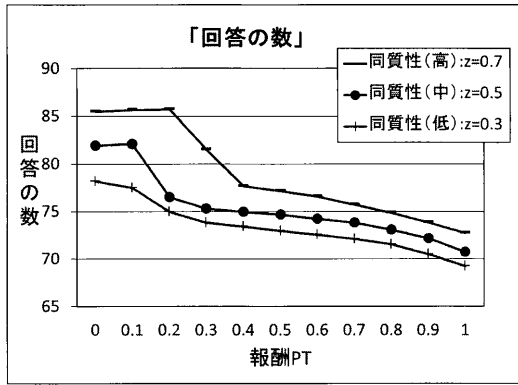


図5 報酬を変化させたときの、回答の数の変化

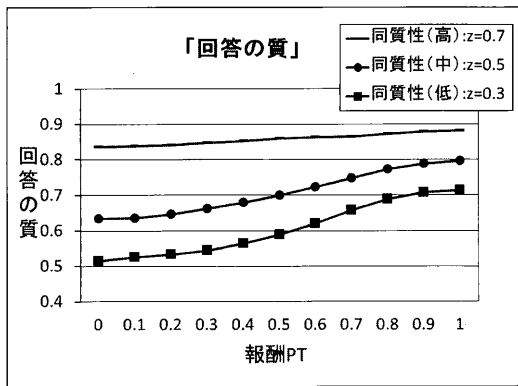


図6 報酬を変化させたときの、回答の質の変化

の向上と、質問のしやすさにおいては効果が現れるが、質問のしやすさを重視するのであれば、報酬が低い制度の場合でも質問がしやすい環境であるため、無理に報酬を高めて回答の数を低下させるよりも、報酬が低いほうが効率的な報酬設定であるといったことがいえるだろう。この結果から、コミュニティを設計する際にある分野に特化した比較的クローズなコミュニティを想定するのか、幅広い話題が雑多に集まることを想定したコミュニティを想定するのかによってシステム上に実装する報酬制度や参加者に対して要求するルールやレベルの程度を事前に検討することが可能となる。

3.3 抽象および具体レベルでの分析：ソーシャルメディアとクチコミ

§1 ソーシャルメディアの発展と情報の消費

ソーシャルメディアの発展は個人の情報探索行動および情報発信行動を容易にした。このことは消費者行動におけるクチコミの影響力を強めることが考えられる。ソーシャルメディアによって消費者個人々人にとって望ましい情報に選択的にアクセスできるので社会全体の消費傾向は消費者の選好のバラツキに近づくのであろうか。一方でソーシャルメディアは情報爆発を引き起こし流通する情報量の増加に対して消費者が対応できず選択が一樣になってしまうのであろうか。総務省の調査[情報通信政策研究所 11]は、情報流通量は2003年を100とした

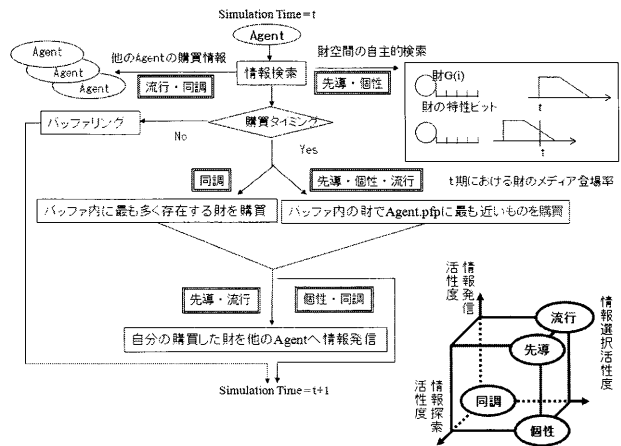


図7 消費者の情報行動のモデル化

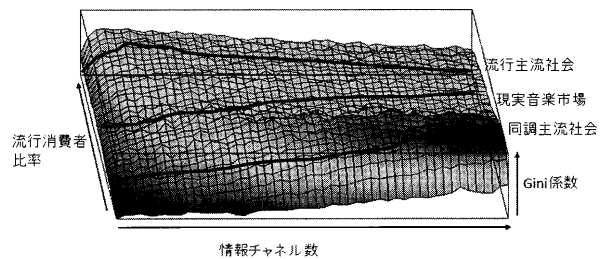


図8 ソーシャルメディアの発展と Winner-Take-All 現象

指標で199とからの8年間で2倍になったのに対し、情報消費量は1.09倍の増加でしかなかったと報告している。

§2 具体モデル：消費者行動のモデル化とクチコミの影響分析

ソーシャルメディアの発展が消費傾向に与える影響に関して山本ら[山本 02]は、双方向情報チャネルの増加がむしろ消費傾向の集中化をもたらし特定の財ないしサービスの Winner-Take-All 現象が強まることを音楽ソフト市場を対象としたエージェントシミュレーションによって示した。音楽ソフトの購買に関する質問紙調査、および普及理論[Rogers 95]に基づいて消費に関する情報行動を情報探索、情報選択、情報発信の3要素で表現した。また消費者を四つのタイプにクラスタリングし、それぞれの情報行動と購買のプロセスを図7に示すようにモデル化したうえでシミュレーション実験を行った。図8は、x軸にソーシャルメディアの発展(論文中では情報チャネル数であり個人間のエッジ数を表す)、y軸に情報発信を行う消費者の割合(論文中では流行消費者率)、z軸に市場における Winner-Take-All 度合いの強さ(論文中では Gini 係数)を示したものである。調査によって推定された市場における消費者タイプの構成比ではソーシャルメディアの発展が Winner-Take-All を強めていることがわかる。一方で情報発信する消費者の割合が高い環境ではソーシャルメディアの発展が消費傾向を分散化させるシナリオを提示している。

§3 抽象モデル：オンライン WoM の特性分析

山本らの研究では対象とする財を音楽ソフト市場に限

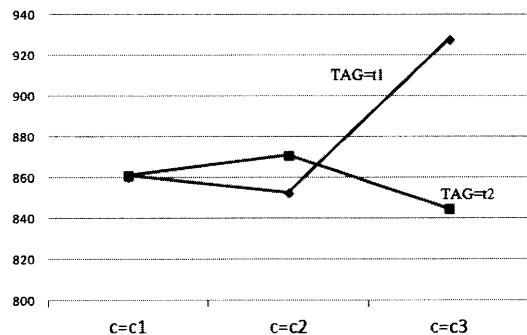


図9 コミュニケーション相手の選択基準による購買の変化

定していた。ソーシャルメディアは、SNSのように個人間のつながりを基盤とした情報流通や、QAシステムのように知識の類似性を基盤としたものなどいくつかの特性がある。岡田ら [Okada 11] は、コミュニケーション相手の選択基準として類似性の高い他者を選ぶ傾向がある集団と専門性の高い他者を選ぶ集団を設定し、消費者の行動の違いをシミュレーションにより分析した。専門性の高い他者を選ぶことは、@コスメ^{*1}やAllAbout^{*2}のようなサービスが該当し、類似性の高い他者を選ぶことは、FacebookやmixiなどSNSサービスが該当すると考えられる。また、個人の能力の分布として先導的な消費者に優位性がある環境と(PC製品の知識などが該当)、個々の個人の興味関心とのマッチングが重要であり特定の消費者に優位性のない環境(余暇や趣味に関する情報が該当)を想定した。この二つの軸の組合せにおいてどのような状態が消費者の購買において最も効果的なクチコミ流通が発生するかを検討している。

図9はそれぞれの組合せによって発生した購買の総量をy軸に示したものである。コミュニケーション相手の選択基準の違いを横軸にとる。折れ線(青=TAG=t1)は能力による優位性のある環境、折れ線(赤=TAG=t2)は興味のマッチングが重要であり能力による優位性がない環境を示している。横軸C=C3における折れ線(青)と横軸C=C2における折れ線(赤)のパフォーマンスが高くなっている。前者が専門性の高い相手を選択する傾向がある集団と能力による優位性がある環境の組合せであり、後者が類似性の高い他者を選ぶ集団と能力による優位性がない環境の組合せである。この結果は、例えばPC製品のように能力による優位性があるコミュニティにおいては、専門的な知識をもつ消費者に積極的な情報発信をする動機付けを行うといった方略が有効であることを示している。これは、積極的な発信者やコミットの高い参加者をプレミアムユーザの呼称を与えるなど何らかの優待によってエンカレッジすることの有用性を示している。一方で、余暇や趣味などに関するコミュ

ニティでは、従来の積極的ユーザに対する優待よりはむしろ個人にとっての類似ユーザをいかにして発見しやすくするか、また類似ユーザ同士のコミュニケーションをエンカレッジすることが有用となることを示唆している。

4. ま と め

本稿では、近年発展の著しいソーシャルメディアにおけるエージェント研究に関してモデル化の枠組みと近接学問領域の接合を検討する枠組みを提案した。枠組みは、研究の志向性をもとにした「設計-分析」の軸とモデルの粒度をもとにした「抽象-具体」の軸を用意することでさまざまな研究との協業が有用であろう分野を俯瞰することができる。

近年の社会システムに対するエージェント技術の貢献の方向として、社会から取得できる大量かつ精緻なデータを使用し複雑で現実的なモデルを構築することで、社会におけるさまざまなレベルの意思決定の支援を行うことが志向されている[実世 12]。また、2050年に向けたアカデミックロードマップ[横断 09]においても、社会システムのモデリングシミュレーション分野のゴールの一つとして複雑なモデルを活用した社会制度の設計があげられている。一方で同報告書において、社会学の立場から安易な設計志向に対する警鐘も鳴らされている。

それぞれのソーシャルメディアは運営者が提供する一つのサービスであることに間違いはない。よって、運営者は参加者が快適にサービスを利用できるよう、また利害関係者の利得のためシステムならびにシステム上の制度を適切に設計・運用する必要がある。一方で参加者が運営者の予想外の利用をすることや、参加者の相互作用から新たな規範や文化といったマクロ的現象が創発することもあり得る。ソーシャルメディアにおけるエージェント技術が今後より発展していくためには、おのおのの研究がその理論的基盤および対象領域の学問の目的とどのように接合しているのかを十分に議論する必要がある。さらにそのうえでどの時点からエージェント研究としての独自性を主張できるのかを探索することが重要であろう。

謝 辞

本稿の執筆においては岡田 勇准教授^{*3}に貴重なコメントをいただいた。

◇ 参 考 文 献 ◇

[新井 07] 新井賢一, 山田武士, 林 幸雄: 知識共有サイトにおける投稿数の乗算確率過程的成長モデル, 情処学論, 数理モデル化と応用, Vol. 48, No. 15, pp. 66-77 (2007)
 [Axelrod 86] Axelrod, R.: An evolutionary approach to norms, *American Political Science Review*, Vol. 80, No. 4, pp. 1095-

*1 www.cosme.net

*2 allabout.co.jp

*3 創価大学経営学部

- 1111 (1986)
- [Eck 11] Eck, van P. S., Jager, W. and Leeflang, P. S. H.: Opinion leaders' role in innovation diffusion: A simulation study, *J. Product Innovation Management*, Vol. 28, No. 2, pp. 187-203 (2011)
- [Gilbert 99] Gilbert, N. and Troitzsch, K.: *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press (1999)
- [Goldenberg 09] Goldenberg, J., Han, S., Lehmann, D. R. and Hong, J. W.: The role of hubs in the adoption process, *J. Marketing*, Vol. 73, No. 2, pp. 1-13 (2009)
- [Grune-Yanoff 10] Grune-Yanoff, T. and Weirich, P.: the philosophy and epistemology of simulation: A review, *Simulation & Gaming*, Vol. 41, No. 1, pp. 20-50 (2010)
- [情報通信政策研究所 11] 情報通信政策研究所調査研究部: 我が国の情報通信市場の実態と情報流通量の計量に関する調査研究結果(平成21年度)ー情報流通インデックスの計量ー, Technical report (2011)
- [川村 05] 川村秀憲, 大内 東: ネットワーク外部性の働く製品市場のモデル化とプレゼント戦略の評価, *日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌*, Vol. 48, pp. 48-65 (2005)
- [川浦 99] 川浦康至, 山下清美, 川上善郎: 人はなぜウェブ日記を書き続けるのか: コンピュータ・ネットワークにおける自己表現, *社会心理学研究*, Vol. 14, No. 3, pp. 133-143 (1999)
- [松尾 07] 松尾 豊, 安田 雪: SNSにおける関係形成原理ー mixi のデータ分析ー, *人工知能学会論文誌*, Vol. 22, No. 5, pp. 531-541 (2007)
- [松山 09] 松山科子, 寺野隆雄: Enron 電子メールデータの解析とエージェントシミュレーションによる考察, *日本社会情報学会誌*, Vol. 20, No. 2, pp. 17-30 (2009)
- [三浦 08] 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. 223-245 (2008)
- [Nakai 12] Nakai, Y.: Cyclical pattern of rise and fall of online community due to troll, *Proc. 4th World Congress on Social Simulation* (2012)
- [小川 11] 小川祐樹, 山本仁志, 岡田 勇, 諏訪博彦, 太田敏澄: エージェントベースシミュレーションによる知識共有コミュニティの報酬制度設計 (情報ネットワーク), *信学論 (D) 情報・システム*, Vol. 94, No. 6, pp. 945-956 (2011)
- [Okada 11] Okada, I. and Yamamoto, H.: Effects of Information Diffusion in Online Word-of-Mouth Communication Among Consumers, *Journal Ref: Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 15, No. 2, pp. 197-203 (2011)
- [岡田 12] 岡田 勇, 遠藤 薫, 佐藤 哲也, 鳥海不二夫, 山本仁志, 水野 誠, 寺野隆雄, 太田敏澄: 社会シミュレーション: モデルの粒度と現象の接合を探る, *日本社会情報学会誌*, Vol. 23, No. 2, pp. 65-80 (2012)
- [横断 09] 横断型基幹科学技術研究団体連合: 社会システムのモデリング・シミュレーション技術分野のアカデミック・ロードマップ, 分野横断型アカデミック・ロードマップ報告書, pp. 85-169 (2009)
- [Rogers 95] Rogers, E. M.: *Diffusion of Innovation*, Vol. 4, Free Press (1995)
- [Squazzoni 12] Squazzoni, F.: *Agent-Based Computational Sociology*, John Wiley & Sons (2012)
- [Toriumi 10] Toriumi, F. and Ishii, K.: Simulation of Encouragement Methods for SNS based on User Behavior Model, *Proc. 3rd World Congress on Social Simulation* (2010)
- [鳥海 10] 鳥海不二夫, 石田 健, 石井健一郎: SNSにおけるネットワーク成長モデルの提案 (コミュニティ形成支援, 「特集」インターネット技術とその応用論文), *通学論 (D) 情報・システム*, Vol. 93, No. 7, pp. 1135-1143 (2010)
- [鳥海 12] 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, *情処学論*, Vol. 53, No. 11, pp. 2507-2515 (2012)
- [内田 06] 内田 誠, 白山 晋: SNSのネットワーク構造の分析とモデル推定 (ネットワークサービス), *情処学論*, Vol. 47, No. 9, pp. 2840-2849 (2006)
- [山本 02] 山本仁志, 岡田 勇, 小林伸睦, 太田敏澄: 音楽ソフト市場における消費者選択の多様性に対する情報チャネル効果: Winner-Take-All 現象への Agent-Based Approach, *経営情報学会誌*, Vol. 11, No. 3, pp. 37-53 (2002)
- [山本 03] 山本仁志, 石田和成, 太田敏澄: 消費者間オンライン取引における評判管理システムの分析, *経営情報学会誌*, Vol. 12, No. 3, pp. 55-69 (2003)
- [湯田 06] 湯田 聡夫, 小野直亮, 藤原義久: ソーシャル・ネットワーク・サービスにおける人的ネットワークの構造, *情処学論*, Vol. 47, No. 3, pp. 865-874 (2006)
- [吉川 11] 吉川友也, 齊藤和巳, 元田 浩, 大原剛三, 木村昌弘: 情報拡散モデルに基づくソーシャルネットワーク上でのノードの期待影響度曲線推定法 (人工知能, データマイニング), *信学論 (D) 情報・システム*, Vol. 94, No. 11, pp. 1899-1908 (2011)
- [実世 12] 実世界とエージェントシミュレーション協同研究委員会: 実世界とエージェントシミュレーションの現状と課題, *電学技報*, Vol. 1262, pp. 1-4 (2012)

2013年3月10日 受理

著者紹介



山本 仁志 (正会員)

1995年電気通信大学電気通信学部卒業。2003年同大学院情報システム学研究科博士後期課程修了, 博士(工学)。現在, 立正大学経営学部准教授。研究テーマは社会シミュレーション。



鳥海 不二夫 (正会員)

2004年東京工業大学大学院理工学研究科機械制御システム工学専攻博士課程修了。同年, 名古屋大学情報科学研究科助手, 2007年同助教, 2012年東京大学大学院工学系研究科准教授, 現在に至る。博士(工学)。エージェントベースシミュレーション, 金融情報学, ソーシャルメディアなどの研究に従事。電子情報通信学会, 日本社会情報学会各会員。