

平成21年 5月29日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500176

研究課題名（和文） ウェブ空間における群集の社会的相互作用の解明

研究課題名（英文） Analysis of Social Interaction of Population in Web Space

研究代表者

成瀬 継太郎 (Keitaro Naruse)

会津大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号：10301938

研究成果の概要：

まず、実際のウェブ掲示板のデータを解析した結果、一人あたりのメッセージ数はテーマや集団によらず共通の分布に従うことを示した。次に、その分布に基づき個人間の相互作用をモデル化し、その本質的な特徴を数学的な解析により明らかにし、それが実際の現象をよく再現できることを示した。最後のこのモデルにより、それまで不明であった実際の投稿者数と読者数の間の関係を定量的に示すことが可能となった。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2007年度 | 1,900,000 | 570,000 | 2,470,000 |
| 2008年度 | 1,600,000 | 480,000 | 2,080,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,500,000 | 1,050,000 | 4,550,000 |

研究分野：複雑系工学

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性社会学，ヒューマン・ダイナミクス，社会ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

ウェブ空間は、今や人間の知的活動の重要な場であり、またコミュニケーションの重要なメディアとなっている。例えば、前者はオープンソースのような公開分散型開発や、ウィキペディアのような大衆による知識体系（フォークソノミ）であり、後者は掲示板、メッセンジャ、ブログ、ソーシャルネットワークサービスなどである。私たちはそれらを日常的に利用し、そこに様々な社会性を観測しているが、「なぜそれが起こるのか？」に答えられないたくさん現象が観測される。

例えば、

- (i) メッセージを積極的に発信する人／しない人（空間分布）
 - (ii) メッセージが多い日／少ない日（時間分布）
 - (iii) 盛り上がるメッセージや話題／広がらないメッセージや話題（相互作用）
- （ここでは、個人が発信する電子メール、掲示板への書き込み、ブログのコメントや記事などをまとめてメッセージと呼ぶ。）

2. 研究の目的

本研究の目的は、上の3つの疑問に答えることである。つまり、ウェブ空間におけるヒューマン・ダイナミクス の 解明、とくに「群集全体的空間的・時間的分布というマクロな特徴は、どのような個人間というミクロな相互作用に起因するか」を明らかにすることである。

本研究では、以下の4つの課題と4つのアプローチを相補的に行うことにより、前述の目的の実現を図る。

4つの課題

(1) 相互作用原理

- ・個人は、他のメッセージの何に触発されメッセージを発信するのか?
- ・盛り上がる話題(メッセージ)とそうでないものの違いは何か?

(2) 空間分布

- ・個人による投稿数の多い/少ないは、何に起因するのか?
- ・それはどのような統計的な分布に従うのか?

(3) 時間分布

- ・メッセージの多い日/少ない日は、何に起因するのか?
- ・それはどのような統計的な分布に従うのか?

(4) 社会に対する影響

- ・あるメッセージは、何人が熱心に読んでいるのか?(空間サイズ推定)
- ・次に、いつ盛り上がるのか予測はできるのか?(時系列予測)

4つのアプローチ

(1) 経験的(Empirical): マクロな性質の調査

- ・ウェブ空間からデータの収集と解析
- ・各集団に共通/独立の性質を明らかにする

(2) 構成的(Constructive): ミクローマクロ関係の仮定

- ・相互作用を仮定し、モデルを構築
- ・シミュレーションによりモデルを検証

(3) 解析的(Analytical): マクロ現象の証明

- ・(2)のモデルをある仮定の下で解析解を導出
- ・(2)の結果の適用限界・適用可能性を示す

(4) 主観的(Subjective): ミクローからの評価

- ・(2)の相互作用が妥当か個人の立場から評価
- ・ある社会集団にアンケートを依頼し、調査

本研究でのキーとなるアイデアを、以下に示す。各個人は、例えば掲示板ならその日常的な読者(以下、コミュニティと呼ぶ)とのみ相互作用を行うと仮定する。このとき、あるメッセージはコミュニティ内の他の人のメッセージを誘発する可能性があり、それはさらに別のメッセージを誘発するといった連鎖が発生しうる。本研究では、この過程

は雪崩や地震といった、各点のエネルギーの蓄積が局所的に相互作用した結果、全体を巻き込み大きな現象を発生させるという、自己組織化臨界現象とのアナロジをとりながら考える。そして、ウェブ空間において各個人のエネルギーに該当するものは何か、局所的にどのような相互作用が行われるのか、その結果どのような現象が発生するのかを明らかにする。

3. 研究の方法

キーとなるアイデアは、動機値と自己組織化臨界現象である。動機値は、メッセージを発信するかどうかの内部状態を表現するもので、この値が大きいとより高い確率でメッセージを発信とする。個人間の社会的相互作用は、動機値の動力学系として表現する。

ここで課題となるのは、どのような動力学系を構築するかである。具体的には、以下の手順で研究を行う。

(1) 経験的アプローチ

- ・メーリングリストや掲示板、ブログといったパブリックな双方向型メディアを対象に、様々なサイズや話題のデータを収集する。
- ・それらの空間分布と時間分布が、代表的な分布(例えば、正規分布、指数分布、パレート分布、対数正規分布など)のどれにより良く近似されるか調査する。

(2) 構成的アプローチ

- ・各分布には、それを生成するための原理が存在するため(例えば、正規分布はランダム性が加法的に働く場合、対数正規分布はランダム性が乗法的に働く場合など)、その原理と社会心理学的要因を考慮して、慎重にパラメータを設計しながら、動機値の動力学系として表現する。

・そして、シミュレーションにより動力学系の挙動を検証する。

・さらに、各コミュニティの特徴はどのようなパラメータにより表現されるのか、パラメータはコミュニティの社会的特徴を表現可能なのかを検証する。

・初期においては、自己組織化臨界現象の代表モデルである BTW モデルと研究代表者らの従来結果である対数正規分布を利用しながらモデリングを行っていく。

(3) 解析的アプローチ

・上の過程で得られた動力学系が本質的に示す分布を数学的に示す。同時に、観測された分布が成立する条件を明確にする。

・また、個人によるバラツキはコミュニティに対してどの程度の影響を与えうるのかなども考察していく。

(4) 主観的アプローチ

・上の過程で得られた動力学系が、本当に人間の社会的相互作用を表現しているのかを検証する。

4. 研究成果

以下で、各研究アプローチに対しての成果を示す。

(1) 経験的アプローチ

ウェブ掲示板というパブリックな双方向型メディアを対象に、様々なサイズや話題のデータを収集し、その統計的な性質を調査した。その結果、話題のジャンルや内容を問わず、質問—回答型のコミュニケーションでは、質問がされてから回答が得られるまでの時間間隔はポアソン到着、すなわち質問はランダムな訪問者により発見され回答されるという性質が明らかになった。一方、一つのテーマに関して多岐に話題が展開するおしゃべり型のコミュニケーションでは、べき分布というランダムではない傾向が示された。また、一人あたりどれ程の書き込みをするかについても、質問—回答型は指数分布のようなおしゃべり型ではべき分布に近い傾向が確認された。

(2) 構成的アプローチ

上のような特徴が何故現れるかを解析するために、個人間の相互作用仮定をモデル化し、シミュレーションによりそのモデルの妥当性を検討した。ここでは、あるメッセージは他者が他のメッセージを送るための動機を誘発すると仮定し、その動機が伝播することにより社会的コミュニケーションが行われているとした。そして、その相互作用の動力学に砂山モデルとして知られている数理系を導入し、その適用可能性を調査した。その結果、各個人の友人関係という社会性にある程度のランダム性を導入することにより、実際のデータで得られたような性質の違いが、一つのモデルで表現することができた。これより、動機が伝播するという仮定が現実のウェブ掲示板においても存在していると考えられ、これが社会的コミュニケーションを支配する大事な要因であると推測される。

(3) 解析的アプローチ

シミュレーションにより示される結果が、相互作用モデルが本質的に持っている性質かを確かめる必要がある。理論的な解析を可能にするために、相互作用モデルを単純化し解析的にその性質を数学的に吟味した。

その結果、一人あたりのメッセージ数の分布は、実際のウェブ空間でのデータが示しているように、べき分布として表現できること

が数学的に導出された。これは、投稿メッセージ数の多いものは、他者からの返事を受けられる可能性も高く、さらに投稿数が増えるということが理論的に示されたことになる。

また、メッセージ数の分布数の関数が数学的に導出されたため、従来困難であった、ウェブ空間のような流動的な社会での集団の人数の推定が可能となった。具体的には、新しい話題の提供のような、偶発的なメッセージの投稿確率が定数だとした場合、集団サイズと偶発的な投稿確率によって前述の分布関数の傾きが決定される。つまり、実際のウェブ空間での分布から集団のサイズが推定されるのである。

これに関しては、実際のウェブ掲示板での投稿数とその掲示板の閲覧者数を比較することにより、推定手法の妥当性が示された。

一方、メッセージの時間間隔に対する数学的な解析は現状では困難であり、将来課題である。

(4) 主観的アプローチ

小さな社会集団におけるメッセージの相互作用については、実際に投稿されてメッセージとその内容を吟味することにより、本研究での相互作用の仮定が妥当であることを示すことができた。

しかしながら、これに関しては統計的な処理ができるほど大規模なデータがないため、主張できる範囲は限定的である。

(5) 学術的意義

ウェブ掲示板での社会的相互作用に関する従来の研究では、そこに表れる社会的な役割の解析や、集団での投稿数の増減の原理の解析などがあつた。

また電子メールに関する事例であるが、各メッセージの到着時間間隔は、べき分布に従うことを示す文献がある。

本研究では現象論だけではなく、なぜそのような空間的・時間的分布が発生するかの内的原理の解明を目的とし、ヒューマン・ダイナミクスと相互作用のより深い理解をもたらした。

本研究の成果は、「人は他者とのコミュニケーションにおいて、どのように行動するか」という社会動力学の理解を深めることになる。例えば、経験的に「ウェブに1件の苦情があつたらその背後に同じことを考えている人が100人いる」などと言われるが、それが本当なのか、そしてそのサイズが推定可能になる（空間サイズ推定）。同様に、次にいつ苦情のメッセージが殺到するかなどの予測の精度を向上することも期待される（時系列予測）。これらは広告や顧客満足度の改善など多岐に渡っての応用が期待できる。

(6) まとめ

本研究では前提として、ウェブ空間上の各個人は掲示板へメッセージを書き込み、それを読んだ他者がそれに関連した別のメッセージを書くという形で他者と相互作用すると仮定した。このとき、テーマや集団、各個人に応じて、あるメッセージがどれほど他者へ影響するか、そして各個人はどれほど気安くメッセージの書き込みを行うか、などの個人差が存在する。本研究では、そのような社会的特徴をランダムネットワークとして表現した数理モデルを構築した。この数理モデルを用いて様々な条件下でシミュレーションを行い、実際の社会データを比較することによって以下のことが明らかになった。

①大部分の実データにおいて集団の内部で極端にメッセージ数の多い個人が観察されるが、それは社会的相互作用に起因する本質的なものである。

②個人差は、集団の特徴にはそれほど大きな影響を与えない。

③実社会の現象をこのモデルで説明すると実社会の集団は2層構造になっていると考えられ、積極的にメッセージを書き込むグループと、何があってもメッセージを書き込まないグループから構成されると推測される。

このように、本研究では、一見すると自発的な動機により行われているメッセージの相互作用が、マクロ的に見るとある法則に従っており、我々が日常的に観測される社会現象はその必然的な結果であることが示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10件)

(1) Kubo, Naruse, Sato, Matsubara, "The Possibility of an Epidemic Meme Analogy for Web Community Population Analysis", Intelligent Data Engineering and Automated Learning, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4881, pp. 1073-1080, 2007. 査読あり

(2) 末永, 成瀬, 久保, "Boids モデルを用いたマルチエージェントの群れの制御", 2008年ロボティクスメカトロニクス講演論文集, pp. 2P2-G10(1)-(2), 2008, 査読なし

(3) 鈴木, 成瀬, 久保, "ウェブ掲示板における相互コミュニケーションの様相", 第18回インテリジェント・システム・シンポジウム講演論文集, pp.437-442, 2008, 査読なし

(4) 成瀬, 久保, 佐藤, 松原, "ウェブ掲示板における投稿数次数分布の調査と分布関数の導出", 情報処理学会研究報告

2008-MPS-71, pp. 51-54, 2008, 査読なし

(5) 久保, 成瀬, 佐藤, 円田, 松原, "利用者の発言頻度の規則性に基づく電子フォーラムのコミュニティサイズ推定法", 情報処理学会研究報告 2008-MPS-71, pp. 55-58, 2008, 査読なし

(6) 久保, 成瀬, "伝染病モデルによるコミュニケーションの解釈", SI 2008 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, pp. 695-696, 2008, 査読なし

(7) 大橋, 成瀬, "ユーザーの評価次数に基づく推薦システム", 2009年度精密工学会春季大会講演論文集, pp. 533-534, 2009, 査読なし

(8) 成瀬, 久保, "砂山モデルによるウェブにおけるメッセージ相互作用の解析", 第8回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 855-856, 2007, 査読なし

(9) 海野, 成瀬, "Web上の議論における盛り上がりの統計的解析", 2008年精密工学会春季大会講演論文集, pp. 975-976, 2008, 査読なし

(10) 安斎, 成瀬, "ブログのトピック抽出による消費者の動向調査法の研究", 2008年精密工学会春季大会講演論文集, pp. 979-980, 2008, 査読なし

[学会発表] (計 1件)

(1) Naruse, Kubo, "User Social Interaction in Web BBS as Sandpile", 3rd International Nonlinear Sciences Conference, 2008年3月, 中央大学. 査読あり

6. 研究組織

(1) 研究代表者

成瀬 継太郎

会津大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号: 10301938

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし