

氏 名	湯 田 聴 夫
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 208 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	大規模ソーシャル・ネットワーキング・サービスが実現する人的繋がり のメゾ構造研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 片 井 修	教 授 熊 本 博 光	教 授 石 田 亨
--------	--------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、新たなコミュニケーション基盤として台頭してきたソーシャル・ネットワーキング・サービス (Social Networking Services: SNS) で実現される、ユーザ間の大規模な人的繋がり構造を分析したものである。Girvan と Newman により2004年に考案されたリンク高密度集団 (GNS) の抽出法をベースとした新たなネットワーク分析手法を構築し、ネットワーク全体のマクロ構造や個人間のミクロ構造だけではなく、中間のメゾ構造に焦点を当てて詳細に分析している。使用した実データは国内最大規模の SNS である mixi (ミクシィ) の2005年2月15日時点のものであり、ユーザ数は36万人、ユーザ間の繋がり数は190万リンク規模のものである。本研究は、実社会的な人的繋がり構造を把握するという目的も有しており、本 SNS のその後の発展経緯を鑑みると歴史的なデータともいえるが、研究成果の普遍性は高いといえる。また、従来の社会学では不可能とされた実社会的規模のネットワークを対象とし、さらに不可能であったメゾ構造分析であることが注目される。メゾ構造の分析を行うことで、先行研究では確認できなかった大規模な人的繋がり特徴的と考えられる内部構造の抽出に成功している。本論文は8章から構成されている。

1章は序論であり、数理社会学、複雑ネットワーク科学など関連領域を参照し、本研究の背景、意義、概要と目的を提示している。

2章では、未だ体系化されていない SNS の機能を論考し、SNS が生み出す人的繋がり関係性形成原理を究明している。さらに対象とした mixi について概説し、ネットワークの基本統計量を示している。SNS の実データを用いて Milgram の「スモールワールド問題」の再検証を行い、6次の隔たりで83%ほどに到達できることを定量的に検証している。

3章は、大規模ネットワーク構造の粗視化法を提案している。GNS を単位としてネットワークを縮約することで実現しており、スケールフリー性や局所凝集性など特徴的な構造を生成するネットワークモデルに対する粗視化結果と比較することで、SNS が独特の構造を有していることを明らかにしている。SNS における GNS のサイズ分布を調べ、GNS 内部のノード数が80から200および数千から数万に当たる GNS が存在しないことを発見している。このサイズがスキップしていることを GNS サイズスキップ現象と命名している。

4章では、詳細に内部構造を分析するために5つの分析を行っている。次数ハブなどの高次数なノードから除去してゆき GNS サイズスキップ現象への影響を調べ、次数が10に到るまでスキップが保存されることを明らかにしている。逆に低次数から除去していくと次数15ほどで GNS スキップ現象が消失することも明らかにしている。より内部の高密度な繋がり抽出するために Kcore の算出過程を改良した Kcores [K] という新たな手法を導入し、中規模 GNS 群に所属したノードだけを抽出し、その Kcores [K] を描画することで GNS の内部構造を捉えることに成功している。GNS 抽出は、最終的な各ノードの所属 GNS サイズに、アルゴリズム的な「揺らぎ」があることから、大規模と小規模に所属が不変なノードを除去し中規模をカラーで描画することを実験として行っている。これにより GNS 抽出における「揺らぎ」の本質として、より小さく高密度な構成単位が存在することを明らかにしている。これが SNS の構造の根本的な単位であることを、大規模

GNS や中規模 GNS を再帰的に GNS 分析することで傍証している。

5 章では、スケールフリー性と凝集性の高いネットワークモデルのリンク構造をランダム化することで GNS サイズスキップ現象が再現されることを確認している。成長過程にもランダムな結合を追加することで現象を段階的に発生するネットワーク成長モデルを設計し評価している。

6 章では、集団間を繋ぐ人材の数が少ない場合でも集団間交流において大きな影響があることを、シンプルなモデルによる計算機シミュレーションと事例によって示している。

7 章では、実社会性の強い繋がりを構造から指標化する手法を提案している。この指標は、SNS における実際の交流が少ないと考えられる仮想的な繋がりが、新規参加者の実社会性繋がりの反映が不十分という偏りの影響を受けにくいことを明らかにしている。本指標の応用例として Milgram の実験をさらに再検証しており、実社会性の制約下では「世界は広い」ことを示し、Milgram の実験において届かなかった手紙に対する再解釈を与えている。

8 章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめており、今後の SNS 研究の課題、および SNS 自体の展望を示している。

論文審査の結果の要旨

本研究は、ソーシャル・ネットワーキング・サービス (SNS) という Web 上のサービスで実現されている大規模な人的繋がりの構造を対象とし、リンク高密度集団の抽出を分析手段の中核に定め、ネットワーク全体のマクロ構造や個人レベルのミクロ構造だけではなく中間のメゾ構造に焦点を当てて、SNS の内部構造や生成メカニズムを詳細に解明している。得られた主要な成果は以下の通りである。

1. SNS の大規模な人的繋がり構造の基礎的なネットワーク分析を行い、その結果、次数分布にスケールフリー性があることを明らかにした。また、低次数域ではスケールフリー性が弱まることも示した。ネットワークの凝集性が高く、経路長も短いことから、スモールワールド性があることも明らかにした。
2. SNS の主たる機能として現在交流支援機能、新規交流支援機能、情報収集発信機能を挙げ、自己組織的に発展してきた SNS の機能を体系化した。さらに、SNS における関係性形成原理も究明した。
3. Girvan と Newman が提案したリンク高密度集団 (GNS) の抽出法を応用した大規模ネットワークの粗視化法を提案しその有効性を明らかにした。
4. SNS の粗視化を通じて GNS の分布を調べており、内部ノード数が 80-200 の GNS が存在しない GNS サイズスキップ現象を発見し、既存の生成モデルや先行研究と比較して独特な構造であることを明らかにした。
5. 特徴的な小-中規模間の GNS サイズスキップ現象が次数ハブなど高次数のノードに影響されず、次数 10 以下のノードだけで構成されるネットワークでも出現することを示した。
6. Kcore 算出過程を応用してメゾ構造を抽出し、さらに GNS 抽出アルゴリズムによるゆらぎを描画し、中~大規模 GNS 構造の内部により普遍的な内部構成単位があることを明らかにした。
7. ネットワーク生成モデル研究により、ランダムな結合と局所的な凝集性が GNS サイズスキップ現象を発生させることを明らかにした。
8. 集団間を繋ぐ人材の数と交流度合いの関係をシンプルなシミュレーションモデルで実験しており、少人数が繋がるだけで集団間交流に大きな影響を与えられること示す結果を実際の事例と共に示している。
9. 実社会性の強い繋がりを構造から指標化する手法を提案し、Milgram のスモールワールド問題に対して SNS を適用して再検証し、世界の狭さを定量的に示すと共に条件次第では広くなる二面性を明らかにした。

以上、本研究は SNS における大規模な人的繋がり構造の研究の嚆矢として位置づけられる。そして情報システムの支援で実現される今後の社会コミュニケーション基盤に対して、新たにメゾ構造的な視座を提供している。

よって、本論文は博士 (情報学) の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成 18 年 2 月 20 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。