

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330361

研究課題名(和文) 自律分散的コミュニティ形成のダイナミクスと学習効果に関する研究

研究課題名(英文) A study for dynamics of self-organizing community formation and learning effects

研究代表者

田中 敦 (Tanaka, Atsushi)

山形大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：30236567

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：近年のソーシャルメディアの発展は目覚ましいものがある。そのようなソーシャルメディアを通じて、多くの人が必要な情報を獲得していることが、2011年の東日本大震災での活用分析からも明らかにされている。

本研究では、ソーシャルメディアにおけるネットワーク、特にコミュニティがどのように形成されるかということ进行调查するために、大学生専用に構築したSNSサイトを利用してコミュニティ分析を行った。我々が開発した新しいコミュニティ分析法を用いることにより、従来法より詳細なコミュニティを発見することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：Recent development of social media is amazing. It has been clarified that a lot of people obtain necessary information through such media for example from the research of utilization of such media in 2011 Japan Earthquake.

In this study, we carried out community analysis of SNS for college students to investigate how the network in social media, especially communities in it are created. Our new developed method in community analysis enabled us to find detailed communities comparing existing other methods.

研究分野：複雑系科学

キーワード：コミュニティ形成 グループ学習

1. 研究開始当初の背景

近年 SNS や Twitter に代表されるソーシャルメディアは急速に普及し、Facebook ではユーザ数がついに 10 億人に達した。2011 年の東日本大震災で SNS が連絡ツールとして有効である事が示されたり、Google が Google+ という SNS を始める等、最近も注目を浴びている。

その中で、SNS の実データを用いた分析としては、研究代表者らによる小規模 SNS の階層的なスモールワールド性に関するものや、韓国の Cyworld の 1000 万ノードを超える大規模ネットワークの分析などがある。また、Twitter に関しても、Twitter を利用しているユーザの人間関係と行動を分析している研究や構造を分析した研究なども盛んに行われている。

教育工学の面からは、行動主義 認知主義 状況主義と続く学習観の変遷により、複数の学習者が相互作用しながら活動を行う「学習コミュニティ」の重要性が認識され関心が集まっている。その学習コミュニティを形成するための環境や支援を行うシステムを構築するためには、SNS における学習コミュニティ形成のダイナミクスを明らかにすることが非常に重要になっている。これらの問題は、分担者らが現在盛んに取り組んでいる。

また、複雑ネットワーク科学の立場から、関係性のあるあらゆるものをネットワークと捉えることにより、スモールワールド性、スケールフリー性という普遍的な性質が見出され、その生成メカニズムとダイナミクスが最近の関心事となっている。その中で、研究代表者らによるゲーム理論的にネットワーク生成を説明しようとする動きがあり、インターネットの AS トポロジーが解釈されてきている。さらに、ある SNS における人間関係ネットワークにおいて、ネットワークが階層的構造になっており、スモールワールド性がコミュニティ間においても成り立っていることが、データ分析とモデルにより示されており、あらゆる SNS で普遍的に成り立つ現象であるかどうか関心が高まっている。

2. 研究の目的

SNS や Twitter 等のソーシャルメディアは既に市民権を得ており、その活用法が様々な分野で模索されている。ソーシャルメディア上の人的ネットワークは仮想的なものであるが、現実におけるものと強い相関があると考えられ、そのネットワークを説明することは、実世界における応用を考えても幅が広い。本研究の目的は、SNS におけるネットワーク、特にそのコミュニティの形成メカニズムを解明することである。そのために、ゲーム理論及びマルチエージェントシミュレーションによるモデル化を行い、2 つの SNS

で実証的な研究を試みる。

3. 研究の方法

本研究は、SNS のデータ分析・シミュレーション・実証研究に大別され段階的に実施してゆく。前半では、2 つの SNS ログを活用して、コミュニティがどのように形成されるか、スモールワールド性が階層性をなすかを複雑ネットワークの手法から解明する。後半においては、コミュニティの違いにより学習効果の差が生じるかという実験を行う。

対象とする SNS は、新学術領域研究で構築されたトモコムと福井県内で実施されている戦略的学連携支援事業フレックスである。この 2 つの SNS から、各個人のノードデータ、ノード間の友達関係によるリンクデータを抽出し、ネットワーク構造の変化からそのダイナミクスを探る。ネットワークの生成モデルとしては、代表者らが提案した動的ネットワーク形成モデルを用い、コミュニティの形成メカニズムを解明するモデルを構築する。

実証実験としては、教育工学の分野において関心が高まっている「学習コミュニティ」に注目し、コミュニケーションレベルの違いから学習効率にどのような違いが現れるのかを確かめる。

4. 研究成果

本研究の分析対象とする SNS は、前述のように新学術領域研究で構築されたトモコムと福井県内で実施されている戦略的学連携支援事業フレックスである。これら 2 つの SNS は共に学生を対象としたものであり、ほぼ同時期に運用を開始した SNS であるが、前者は招待制であるのに対し、後者は登録制を採用し、2 つの違いがそこから生じている。共に複数の大学がベースとなっていることから、SNS 内のコミュニティ形成とその変化の観測には最適である。

コミュニティ抽出の研究は古くから行われており、媒介中心性に基づく方法や Q 値と呼ばれる方法が代表的である。しかし、これらの方法は、全体を 2 つあるいはそれ以上に明確に分割する方法であり、人間関係ネットワークのように同時に複数のコミュニティに属する場合には適さない。それに対し、複数のコミュニティに重複することを許すコミュニティ分割の方法がいくつか提案されている。その最も代表的なものがクリークパーコレーション法(CPM)と呼ばれる手法である。この方法は、k 次のクリークを予め抽出し、2 つのコミュニティの間で、k-1 個のノードが共有されている時それらを融合するというアルゴリズムである。

この CPM によりコミュニティ分割を行ってみると適切なコミュニティが抽出されないことがある。これは、CPM が k 次のクリ

ークに対して $k-1$ 個のノードを共有することが必要となることに起因する。そこで、2つのコミュニティを融合する条件を緩和し、 k 個のノードが共有されていれば1つのコミュニティとしてみなすようにする。 $\alpha = 1$ の時、通常の CPM と同じになるので、CPM の拡張になることから Alternative CPM (ACPM) と命名した。

上記の ACPM によるコミュニティ分割を行うにあたり、クリーク次数 k と緩和パラメータ α を変化させることにより様々なコミュニティが検出できる。どのパラメータが最適となるかが問題となるが、表 1 に示すように、大きい k に対しては α を変化させてもコミュニティ数はほとんど変化しないが、 k を小さくすると α を変化させるに従い、コミュニティ数が変化する。その境界が最適なパラメータを与えると考えられ、実際 2 つの SNS での実コミュニティ数と一致することからそれが確かめられた。

表 1 ACPM によるコミュニティ数の変化

ov	k	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	2	2	3	5	3	3	2	2	1	1	1
2	25	14	11	7	5	3	3	2	2	1	1	1	1
3		19	12	7	6	3	3	2	2	1	1	1	1
4			13	7	6	3	3	2	2	1	1	1	1
5				9	6	3	3	2	2	1	1	1	1
6					6	3	3	2	2	1	1	1	1
7						3	3	2	2	1	1	1	1
8							3	2	2	1	1	1	1
9								2	2	1	1	1	1
10									2	1	1	1	1
11										1	1	1	1
12											1	1	1
13												1	1

ACPM はしかしながら、完全クリークを基にすることから、最初にクリークを形成しないノードはいかなるコミュニティにも属することはできない。これは非常に厳しい条件であり、多少のリンクの欠落があっても現実的にはコミュニティとみなされるべきであろう。そこで辺の数の条件を緩和し、完全クリークにおける辺の数の割合 α をパラメータとし、 α 以上の辺の割合の時クリークとみなすように ACPM を改良し、pseudo ACPM と名付けた。この方法にコミュニティ分析では、図 1, 2 に示すように、パラメータの最適値が明確にされることがわかった。

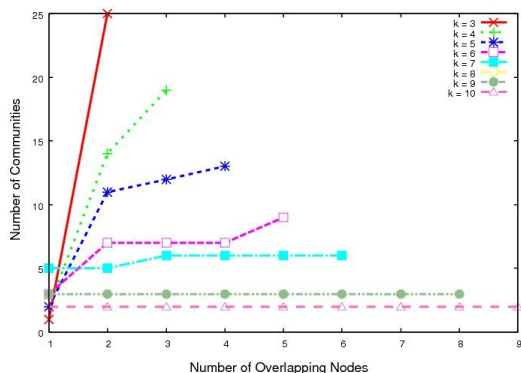


図 1 ACPM によるコミュニティ数の変化

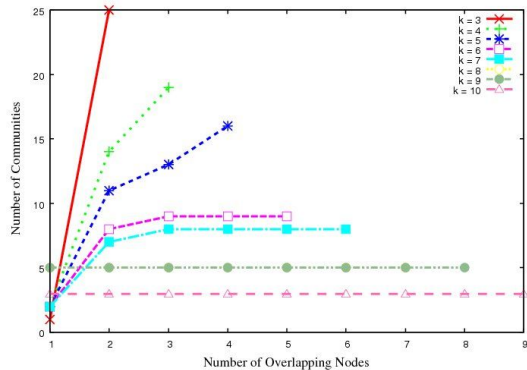


図 2 Pseudo ACPM によるコミュニティ数の変化

さらに疑似クリークにおいて、緩和パラメータ α を変化させることにより、黄丸で示す最大のコミュニティが、黄丸と 2 番目に大きな赤丸で示すコミュニティに分割されることが観測され、より細かなコミュニティを検出することが可能となった(図 3)。

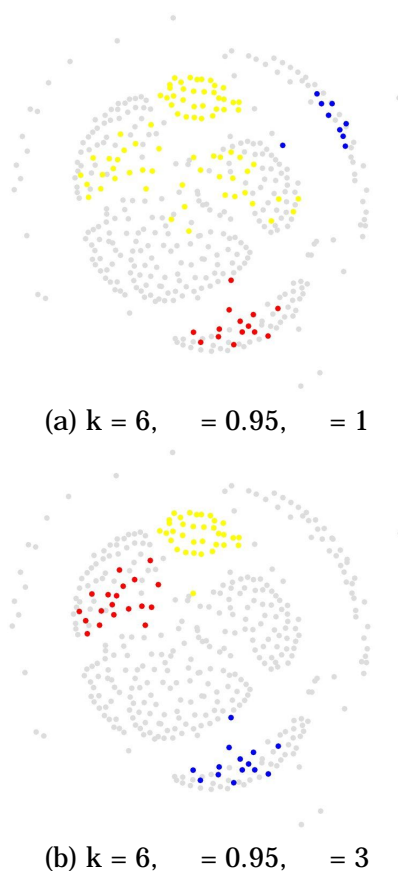


図 3 Pseudo ACPM による 3 大コミュニティの変化(順に黄丸、赤丸、青丸)

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)

[学会発表](計 4件)

Takahiro Tagawa, Osamu Yamakawa, Yoichi Tanaka, Detection of Collaboration Relations in a Group Learning Situation Using Wireless Accelerometer Sensor, AACE Society for Information Technology & Teacher Education(SITE) International Conference 2016, pp.1310-1315, サヴァンナ(米国) 2016.3.22.

Atsushi Tanaka, Pseudo Clique Community Analysis for Social Network, International Symposium on Nonlinear Theory and its Application, pp.910-913, 香港(中国) 2015.12.4.

Takahiro Tagawa, Osamu Yamakawa, Yoichi Tanaka, An Experimental Use of Wearable Sensors for the Analysis of Learning Community, AACE Society for Information Technology & Teacher Education(SITE) International Conference 2015, pp.1794-1799, ラスベガス(米国) 2015.3.3.

Atsushi Tanaka, Proposal of Alleviative Method of Community Analysis with Overlapping Nodes, 7th. IEEE International Conference on Social Computing and Networking, pp.371-377, シドニー(オーストラリア) 2014.12.3.

6. 研究組織

(1)研究代表者

田中 敦 (TANAKA, Atsushi)
山形大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：30236567

(2)研究分担者

多川 孝央 (TAGAWA, Takahiro)
九州大学・情報基盤研究開発センター・助教
研究者番号：70304764

安武 公一 (YASUTAKE, Kouichi)

広島大学・大学院社会科学研究所・准教授
研究者番号：80263664

武田 利浩 (TAKETA, Toshihiro)
山形大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：90236472

(3)連携研究者

山川 修 (YAMAKAWA, Osamu)
福井県立大学・学術教養センター・教授
研究者番号：90230325

七條 達弘 (SHICHIJO, Tatsuhiro)
大阪府立大学・経済学部・教授
研究者番号：40305660

今井 哲郎 (IMAI, Tetsuo)
東京情報大学・総合情報学部・助教
研究者番号：10436173