

エコーチェンバーの生成ダイナミクス

Emergent Dynamics of Echo Chambers

笹原 和俊^{*1*2*3}
Kazutoshi Sasahara

Giovanni Luca Ciampaglia^{*2}

Alessandro Flammini^{*2}

Filippo Menczer^{*2}

^{*1}名古屋大学 大学院情報学研究科 複雑系科学専攻

Department of Complex Systems Science, Graduate School of Informatics, Nagoya University

^{*2}インディアナ大学 複雑ネットワーク・システム研究センター

Center for Complex Networks and Systems Research, Indiana University

^{*3}科学技術振興機構 さきがけ

JST, PRESTO

Social media provides nearly infinite possibilities for accessing information and networking with others. However, in regard to politics in particular, people become more narrow-minded and tend to cluster only with like-minded individuals, forming segregated homogeneous environments known as echo chambers. To understand the influence of social media mechanisms in this process, we simulate echo chamber dynamics by introducing social sharing into an opinion dynamics model. We find that unfollowing (unfriending) is a major driving force for the emergence of opinion polarization and segregated social networks, and that different mechanisms affect the development of closed social triads that are prone to the duplication of messages, suggesting the existence of different dynamics toward the emergence of echo chambers.

1. はじめに

ソーシャルメディアは多様な人々と異質な情報が結びつくことを可能にすることで、機会創出や価値創造を促すプラットフォームとしての役割を期待されてきた。ところがそのソーシャルメディアが、人々が生来的にもつ同類原理(類は友を呼ぶ傾向)や確認バイアス(信じたものだけを信じる傾向)を強化し、情報の同質化や社会的分離をむしろ助長しているという社会問題が顕在化してきている。その典型例が「エコーチェンバー」である。エコーチェンバー化した状態では、同じ意見の人々が集結し同質の情報が反響・増幅され、異なる意見に触れる機会を失ってしまう。

例えば、2004年米国大統領選挙時のblogのリンク構造や2010年米国中間選挙時のTwitterの情報拡散において、リベラル系と保守系に二極化した意見と社会的に分離した構造があることが報告されている[Adamic 05, Conover 12]。政治的イデオロギーの社会的分断に限らず、このような情報環境の分離と同質化は、集団的意思決定の阻害やフェイクニュースの蔓延に影響する危険性が指摘されている[Del Vicario 16]。何を知っているかは、誰とつながっているかと密接にリンクする情報環境において、エコーチェンバーは深刻な問題である。

では、エコーチェンバーを引き起こす要因は何だろうか?そして、ソーシャルメディアは情報のアーキテクチャとして、そもそもエコーチェンバーを促進するように設計されているのだろうか?これまでにソーシャルデータの分析による実例報告はいくつかあるが[Bright 16]、これらの問いに答えるためにはエコーチェンバーの現象をモデル化する必要がある。本論文で

は、エージェントベースモデルによってこれらの問いに対する答えを探索する。

2. モデル

次のようなソーシャルメディアを模した意見形成モデルを考える。オンライン・ソーシャルネットワークを $G = (V, E)$ と表し($|V|$ はノード数(エージェント数)、 $|E|$ はリンク数)、初期状態においてエージェントはランダムにフォローし合っているとす。各エージェントは意見(o)とbounded confidence(ϵ)をもち、 $[-1, 1]$ の一樣乱数で選んだ実数を初期状態の意見とする。さらに各エージェントはスクリーンをもち、ここには友人(フォローしているエージェント)たちの最新の l 個の投稿(m)と、意見の類似度をもとにアルゴリズム的に推薦された友人候補が表示される。各時間ステップにおいて、ランダムに選ばれたエージェント i はスクリーンをチェックし、自分の意見と似た投稿($\{m_j \text{ s.t. } |o_i - m_j| < \epsilon\}$)から影響を受けて意見を変更し、その後、確率 p でスクリーン上にある自分の意見と似た投稿の1つをランダムに選び再投稿するか、確率 $1-p$ で自分の意見を新しく投稿する。そして確率 α で、自分の意見と似ていない投稿をしたエージェントを選びアンフォローし、次の(i)から(iii)の選択方法の1つを使って新しいエージェントをフォローする。(i)はエージェント集団からランダムに、(ii)はスクリーン上の投稿の中から既にフォローしている者以外からランダムに、(iii)は先述した推薦された友人候補からランダムに、1つ選ぶ。この一連の作業を「再接続」と呼ぶ。再接続を繰り返してもソーシャルネットワークの密度は変化しないが、入次数は変化することに注意されたい。以上の過程を繰り返すことで、ソーシャルメディアを模した意見形成のダイナミクスが進行する。

簡潔に言うと、このモデルはBCモデル[Deffuant 00]と情

連絡先: 笹原和俊, 名古屋大学 大学院情報学研究科,

〒464-8601 名古屋市千種区不老町, sasahara@nagoya-u.jp

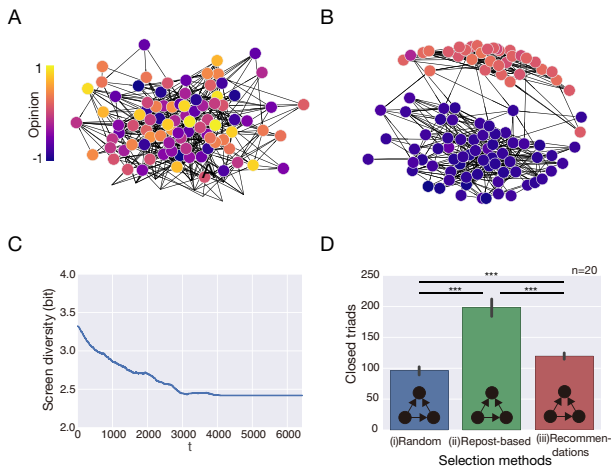


図 1: シミュレーションにおけるエコーチェンバーの生成とその構造特性 ($|V| = 100$, $|E| = 400$, $\epsilon = 0.5$, $l = 0.5$, $p = 0.5$, $\alpha = 0.5$).

報拡散モデル [Weng 12] の拡張になっており、ソーシャルメディア上での意見形成を自然なかたちでモデル化している。

3. 結果

図 1 の (A) と (B) は意見形成ダイナミクスが進行する前後のオンライン・ソーシャルネットワークの構造で ($t = 0, 2000$), (C) はスクリーン上の投稿の多様性 (Shannon エントロピー) を示している。時間が経つにつれて (すなわち、再接続が繰り返されるにつれて)、スクリーン上の意見の多様性が減少し (情報の同質性が高まり)、ソーシャルネットワークが 2 つのクラスターに分離する様子がわかる。最終的なクラスター数は bounded confidence (ϵ) の大きさに依存することを確認しており、この性質は BC モデル [Deffuant 00] およびその拡張モデル [Del Vicario 17] と同様である。他のパラメータは、主にクラスターの分離が完了するまでの時間に影響することも確認している。

重要な結果の 1 つは、ソーシャルネットワークの分離や終状態における意見の多様性は、再接続における選択方法には依存せず同様の結果になるということである。換言すると、アンフォロワーがソーシャルネットワークの分離を駆動しているということになる。もう 1 つの重要な結果は、再接続の作業における選択方法の種類によって、分離したソーシャルネットワークにおいて図 1D に示した三者閉包のネットワーク・モチーフの含まれる頻度が異なることである。選択方法 (ii) および (iii) は、ソーシャルメディアで実際にユーザーがしばしば行っているやり方で、むしろ (i) のように完全にランダムに新しいフォロワーを選択することはまずありえない。したがってこの結果は、ソーシャルメディアを利用することで三者閉包のネットワーク・モチーフがより生成されることを意味している。

4. まとめ

本研究では、ソーシャルメディアにおけるアンフォロワーの機能がオンライン・ソーシャルネットワークを分離させる駆動力となることを示した。類似した結果はネットワーク化された Shelling モデルの先行研究 (ただし、このモデルには情報拡散はない) で証明されており [Henry 11], この結果は一般性が

高いと考えられる。一方、再接続における選択方法によって、三者閉包のネットワーク・モチーフの生成頻度が異なることが明らかになった。三者閉包のネットワーク・モチーフは同じ投稿を異なる経路で同一のエージェントに転送することができるため、いわばエコーチェンバー・ネットワークの最小単位と考えることできる [Jasny 15]。つまり、三者閉包のモチーフを内包するソーシャルネットワークほど大量の重複したメッセージを生み出す。ソーシャルメディアは情報のアーキテクチャとして、そもそもエコチェンバーを引き起こす機構が内包されており、いかに三者閉包のネットワーク・モチーフの生成を防ぐか、あるいはどうやってそれを開くかがエコーチェンバー化を防ぐ鍵となる。

謝辞

本研究は科学技術振興機構さきがけの支援を受けた。

参考文献

- [Adamic 05] Adamic, L. A. and Glance, N.: The Political Blogosphere and the 2004 U.S. Election: Divided They Blog, in *Proceedings of the 3rd International Workshop on Link Discovery*, LinkKDD '05, pp. 36–43, New York, NY, USA (2005), ACM
- [Bright 16] Bright, J.: Explaining the emergence of echo chambers on social media: the role of ideology and extremism, *arXiv:1609.05003* (2016)
- [Conover 12] Conover, M. D., Gonçalves, B., Flammini, A., and Menczer, F.: Partisan asymmetries in online political activity, *EPJ Data Science*, Vol. 1, No. 1, p. 6 (2012)
- [Deffuant 00] Deffuant, G., Neau, D., and Amblard, F.: Mixing beliefs among interacting agents, *Adv. Complex Syst.*, Vol. 03, No. 01n04, pp. 87–98 (2000)
- [Del Vicario 16] Del Vicario, M., Bessi, A., Zollo, F., Petroni, F., Scala, A., Caldarelli, G., Stanley, H. E., and Quattrociocchi, W.: The spreading of misinformation online, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, Vol. 113, No. 3, pp. 554–559 (2016)
- [Del Vicario 17] Del Vicario, M., Scala, A., Caldarelli, G., Stanley, H. E., and Quattrociocchi, W.: Modeling confirmation bias and polarization., *Sci. Rep.*, Vol. 7, p. 40391 (2017)
- [Henry 11] Henry, A. D., Pralat, P., and Zhang, C.-Q.: Emergence of segregation in evolving social networks., *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, Vol. 108, No. 21, pp. 8605–8610 (2011)
- [Jasny 15] Jasny, L., Waggle, J., and Fisher, D. R.: An empirical examination of echo chambers in US climate policy networks, *Nat. Clim. Change*, Vol. 5, No. 8, pp. 782–786 (2015)
- [Weng 12] Weng, L., Flammini, A., Vespignani, A., and Menczer, F.: Competition among memes in a world with limited attention., *Sci. Rep.*, Vol. 2, p. 335 (2012)