

人間関係に信頼と不信を採り入れたオピニオンダイナミクス理論

石井 晃
鳥取大 工

オピニオンダイナミクスは多数の人間の意見が、意見の交換によってどのように収束するかを解析する理論である。古くから社会学などで研究されてきた[1-6]。オピニオンダイナミクスの理論は Sirbu et. al. [7]の総合報告によってまとめられているように、ガラムによる Ising 模型類似の理論[8-10]、同じガラムによる局所多数決理論 [11,12]、そして Bounded Confidence Model[13]がよく知られている。Ising 模型や局所多数決理論は一人一人の意見が0か1、あるいは1か-1であるのに対し、Bounded Confidence model は意見は連続的に分布しているとしている。本研究は、この Hegselmann-Krause の理論[13]をベースとしつつも、個々の人々の関係を信頼と不信の2つがあると拡張し、さらにマスメディアなどによる効果も加えた新しいオピニオンダイナミクス理論を提案するものである。

Hegselmann-Krause の理論[13]は以下の式から出発する。ここの人の意見を x_i として、他の人からの意見に影響されるのを定量的に

$$x_i = \sum_{j=1}^N D_{ij} x_j$$

ここで、 $0 \leq x_i \leq 1$ であり、 $D_{ij} > 0$ としている。

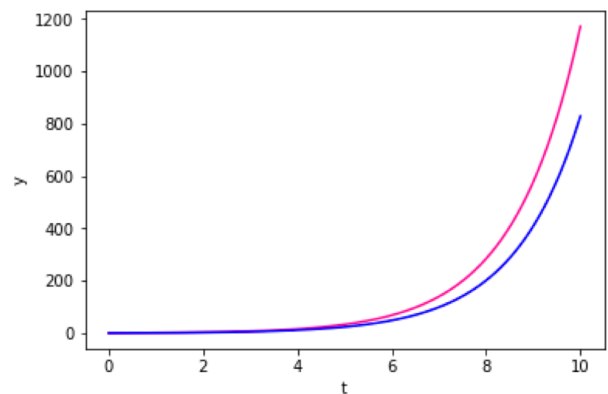
Ishii-Kawahata が提案したオピニオンダイナミクス理論[14]は、この D_{ij} を正負の値を取るとし、正の値の場合は信頼関係、負の値の場合は不信関係に対応すると拡張した。個々の人の意見を $I_i(t)$ とし、意見は一次元で表現できるとする。Ishii-Kawahata の理論は次の式となる。

$$\Delta I_i(t) = c_i A(t) \Delta t + \sum_{j=1}^N D_{ij} I_j(t) \Delta t$$

ここで右辺第一項はマスメディアや政府声明などによる影響を表して、 $A(t)$ が時刻 t での広報量、 c_i はそれが人に与える強さを現す係数である。右辺第二項は Hegselmann-Krause[13]に基づく、他の人の意見に影響される項であるが、ここでは

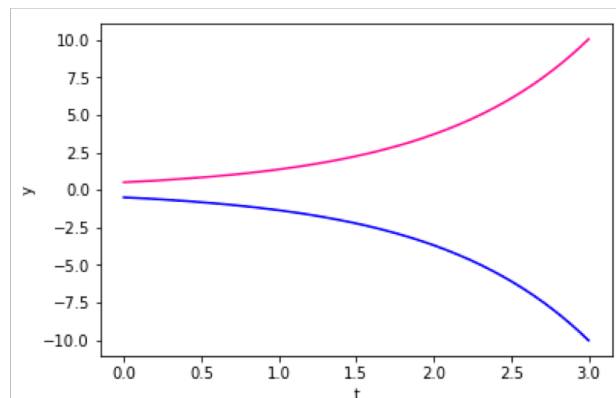
係数 D_{ij} は正と負の両方の値を取り得るとしている。また、 D_{ij} は i と j について非対称とし、 i さんが j さんを信頼していても、 j さんは i さんに不信を感じているという非対称関係はありとする。

簡単なモデル計算の例として、2人の場合を掲げる。縦軸が意見で正か負の値を取る。横軸は時間である。AさんとBさんがお互いに信頼関係にあるとした場合に、新しい理論で計算した例が第1図である。A,B両者の意見が正の意見で同じとすると、両者の意見はどんどん正に行く。



第1図 2者が共に正の意見で信頼関係にある場合

他方、A,Bの2者がそれぞれ正の意見、負の意見と意見が異なっていて、しかもお互いに反発していて、 $D_{AB} < 0$ 、 $D_{BA} < 0$ とすると、第2図のように、時間の経過と共にどんどん反発していく。

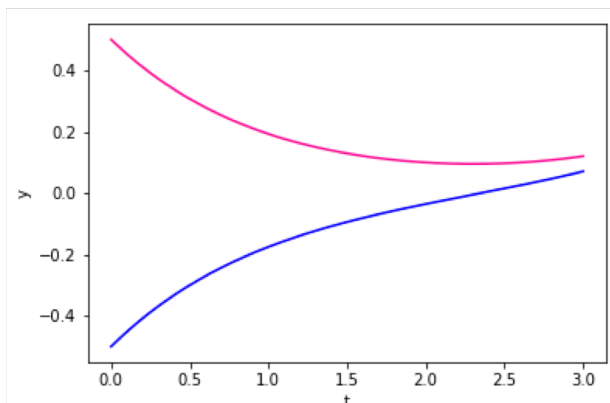


第2図 2者が正と負の意見に別れ、かつ信頼関係が無い場合

次に、2者の意見が正と負で異なっている、

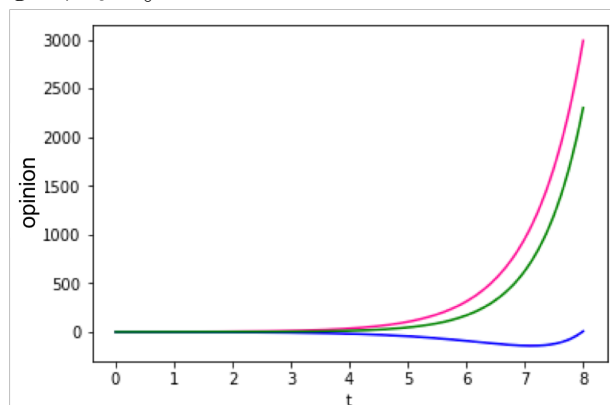
Opinion dynamics theory incorporating trust and distrust in human relations
Akira Ishii, Tottori University

お互いが信頼関係がある場合を考える。この場合は第3図のようにお互いの意見がちかづく。計算で両者が最後にわずかに正の方向に動いているのは、マスメディアの項をわずかに正に設定している影響である。



第3図 2者の意見が正と負で異なっても、信頼関係がある場合

次に3人の場合の計算例を示す。Aが正の意見でBが負の意見、Cはわずかに正であるがほぼ中立の意見であるとする。ここでCはAからもBからも絶大な信頼を持たれている大人物であるとする。すると、AとBは最初に反発しているにもかかわらず、計算を進めると第4図に示したように、Bは最初は負の方向に反発しているが、やがてCに引きずられるように正の方向に動く。これは、いわば、Aを薩摩、Bを長州、Cは薩長同盟を成立させた坂本龍馬であると例えられるかもしれない。



第4図 3者でA,C2者が正の意見、もう一人のBが負の意見であるが、A,BはCに絶大な信頼を寄せいている場合

2人と3人についての簡単な計算であるが、多数の人間に対してこれをN人として計算することはプログラムとしては難しくない。そして、N人という多体問題で現れる個々の素過程は、2人と3人についての計算で、ほぼ網羅できると

思われる。

このように、Bounded Confidence Model から大きく拡張された新しいオピニオンダイナミクスの理論では、社会全体の合意形成だけでなく、逆に社会の分裂や少数派の孤立などもシミュレーションできるので、現在の社会のあらゆる側面を再現できる理論であると思われる。

謝辞：本研究について、パリで様々な有益な議論をしてくれた、パリ大学政治学院のセルジュ・ガラム教授に深く感謝する。

参考文献

- [1] French J R P (1956) A formal theory of social power., *Psychological Review* 63. pp. 181-194.
- [2] Harary F (1959) "A criterion for unanimity in French's theory of social power". In Cartwright D (Ed.), *Studies in Social Power*. Institute for Social Research, Ann Arbor.
- [3] Abelson, R P (1964), "Mathematical models of the distribution of attitudes under controversy". In Frederiksen, N and Gulliksen H (Eds.), *Contributions to Mathematical Psychology*, New York, NY: Holt, Rinehart, and Winston.
- [4] De Groot M H (1974) Reaching a consensus. *J. Amer. Statist. Assoc.* 69. pp. 118 - 121.
- [5] Lehrer K (1975) Social consensus and rational agnology. *Synthese* 31. pp. 141 - 160.
- [6] Chatterjee S (1975) Reaching a consensus: Some limit theorems. *Proc. Int. Statist. Inst.* pp.159 -164.
- [7] Sîrbu A., Loreto V., Servedio V.D.P., Tria F. (2017) *Opinion Dynamics: Models, Extensions and External Effects*. In: Loreto V. et al. (eds) *Participatory Sensing, Opinions and Collective Awareness*. Understanding Complex Systems. Springer, Cham
- [8] Galam, *Physica A* 238, 66 (1997).
- [9] Sznajd-Weron and J. Sznajd, *Int. J. Mod. Phys. C* 11,1157 (2000)
- [10] Sznajd-Weron, M. Tabiszewski, and A. M. Timpanaro, *Europhys. Lett.* 96, 48002 (2011).
- [11] Galam S, "Application of statistical physics to politics" *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 274, 1999, Pages 132-139
- [12] Galam S, "Real space renormalization group and totalitarian paradox of majority rule voting" *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 285, Issues 1-2, 15 September 2000, Pages 66-76
- [13] Hegselmann R and U Krause, "Opinion Dynamics and Bounded Confidence Models, Analysis, and Simulation" *Journal of Artificial Society and Social Simulation* 5 (2002)
- [14] A Ishii and Y Kawahata, "Opinion Dynamics Theory for Analysis of Consensus Formation and Division of Opinion on the Internet", *Proceedings of The 22nd Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES2018)*, in press