

集団内の人間関係における好き嫌い感情ダイナミクスに関する数理モデル

Mathematical model for love-hate dynamics of human relationship in a community

村松 拓哉

広島大学理学部数学科

MURAMATSU, Takuya

Department of Mathematics, Faculty of Science, Hiroshima University

Kagamiyama 1-3-1, Higashi-hiroshima, 739-8526 JAPAN

We analyzed a mathematical model (1) which governs the temporal variation of love/hate emotion level between two persons in a community. R_n (resp. J_n) is an individual R 's (resp. J 's) love/hate emotion level for an individual J on the n th day. Parameter s_R represents how the emotional dynamics of R responds to R 's own love/hate emotion level. Parameter c_R represents how the love/hate emotion level changes in response to the emotional information from J . Parameter β_R is the positive and coefficient about the emotional self-regulation with feedback of the self-emotion level of R . Parameter θ_R represents the information from outside of considered relationship between R and J . Parameter γ_R is the positive and coefficient of the responsiveness to the information. Corresponding parameters for J are defined as well. Mathematical models in previous works assumed that love/hate emotion level could get large without limit. In contrast, we propose and analyze the mathematical model (1) with an upper bound for the emotion level which is introduced by an emotional self-regulation with feedback from the self-emotion level. For our model (1), we introduce also the effect of information from the outside of considered relationship between two persons, which affects the dynamics of love/hate emotion. Without such effect of information from the outside, the system (1) could show some cases in which the dynamics converges to non-trivial equilibrium. Firstly we mathematically analyzed the existence and the local stability of equilibrium in the following three specific cases without the effect of information from the outside: when $|s_R| \ll 1$ and $|s_J| \ll 1$; when $|c_R| \ll 1$ and $|c_J| \ll 1$; when $\beta_R = 0$. Results of our analysis show that strength of the effect of emotional self-regulation is not associated with the stability but is done with its existence. As for the case with the effect of information from the outside, we analyzed the model, focusing the qualitative change due to the information, making use of numerical calculation, especially under the condition that, without information from the outside, the emotional relationship of two persons converges to an intermediate state. As a result, we found that there are some cases that the emotional relationship between two persons converges to a 2-periodic or chaotic fluctuating quasi-periodic state.

ある集団内における2人の人間の好き嫌い感情の時間変動に関する次の数理モデルを解析した。

$$\begin{cases} R_{n+1} &= \frac{s_R}{1 + \beta_R |R_n|} R_n + c_R J_n + \theta_R e^{-|R_n|/\gamma_R} \\ J_{n+1} &= c_J R_n + \frac{s_J}{1 + \beta_J |J_n|} J_n + \theta_J e^{-|J_n|/\gamma_J} \end{cases} \quad (1)$$

R_n は n 日目の始めにおける個人 R の個人 J に対する感情のレベル (正なら好意, 負なら敵意) を表し, J_n は n 日目の始めにおける個人 J の個人 R に対する感情のレベルを表している。パラメータ s_R は個人 R の感情が自分の感情から受けるフィードバックによる影響の特性を表し, c_R は個人 R の感情が個人 J の感情から受ける影響の特性を表している。正のパラメータ β_R は個人 R における自分の感情の抑制効果に関する係数である。 θ_R は外部 (第3者) から受ける情報の影響の特性を表し, 正のパラメータ γ_R は, その情報によって, 個人 R の感情が受けるフィードバックによる影響への応答性の強さを表す係数であり, その値が大きければ大きいほど, 感情ダイナミクスは外部からの情報による影響を受けやすい。個人 J に関するパラメータ $s_J, c_J, \beta_J, \theta_J, \gamma_J$ の意味についても同様である。従来の恋愛感情ダイナミクスに関する数理モデルにおいては, 自分の感情は線形に (際限なく) 高ぶる形を仮定していたが, 本研究では, 際限なく気持ちが高ぶることがなく, 自分の感情からのフィードバックによる自己抑制効果を導入することによって, 気持ちの高ぶりに上界が存在する数理モデルを構成し, 解析した。また, 集団内の第三者からもたらされる情報による影響を数理モデルに導入し, 2人の好き嫌い感情ダイナミクスに与える影響について考察した。本研究では, 感情が高ぶるほど, 外部からの情報の影響は小さい (影響を受けにくい) と仮定した数理モデルを扱っている。集団内の外部からの情報の影響がない場合でも, 非自明な平衡点に収束することがわかった。特に, 自分の感情から受ける影響が相対的に十分に小さい場合, 相手の感情から受ける影響が相対的に十分に小さい場合, 片方だけが自己抑制の効果をもつ場合, これらの特別な三つの場合について, それぞれ, 平衡点の存在性と局所安定性についての解析を行った結果, 自己抑制効果 (自分の感情を抑制する応答性) の強さは, 平衡点の存在性には関わるが, 安定性には関係しないことがわかった。一方, 外部からの情報の影響がなければ, 互いに中庸な気持ちの状態に陥る条件の下で, 外部からの情報の影響によって平衡状態がどのように変性するかについて, 数値計算を用いて検討したところ, 2周期状態やカオス変動を伴う擬周期状態に陥る場合があることが示された。