

アリの採餌行動スイッチングモデルにおける経路選択相転移現象

Switching Particle Systems for Foraging Ants and Phase Transitions in Path Selection

江添綾七¹, 森本早織¹, 田中雄也¹, 香取真理¹, 西森拓²

Ayana Ezoe¹, Saori Morimoto¹, Yuya Tanaka¹, Makoto Katori¹ and Hiraku Nishimori²

¹ 中央大学大学院理工学研究科物理学専攻, ² 明治大学大学院先端数理科学研究科,

ezoe@phys.chuo-u.ac.jp, <https://www.phys.chuo-u.ac.jp/j/katori/>

西森らの実験により, アリの採餌後の帰巢経路選択はフェロモン情報と視覚情報の利用を適宜切り替えながら行うことが示された [1]。我々は下記の対応に基づき, 二次元正方格子上の Switching Interacting Particle System [2] としてモデル化し, 計算機シミュレーションを行った。

(帰巢経路の選択実験 [1]) (Switching IPS [2])

フェロモン情報優先 = slow mode

視覚情報優先 = fast mode

個々のアリが slow mode から fast mode へスイッチングする確率を γ_{sf} (逆へのスイッチング確率を $1 - \gamma_{sf}$) とした。図 1 の二種類の経路に対応して二種類のオーダーパラメータ

$$M = \frac{\#\{\text{視覚経路選択アリ}\}}{\#\{\text{帰巢アリ}\}}, \quad \widetilde{M} = \frac{\#\{\text{フェロモン経路選択アリ}\}}{\#\{\text{帰巢アリ}\}}$$

を導入し, シミュレーションを行い, 図 2 の結果を得た。この結果はマクロな経路選択における相転移現象を示唆する。講演では, オーダーパラメータのシステムサイズ依存性についても説明する。

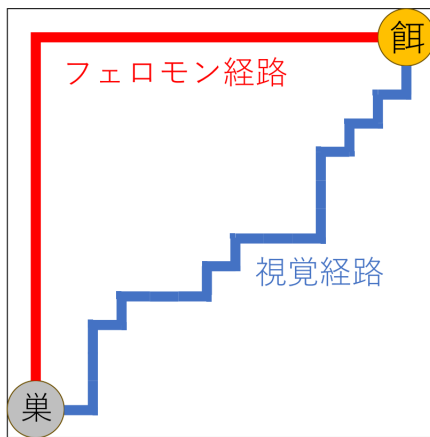


図 1: 二種類の経路の模式図

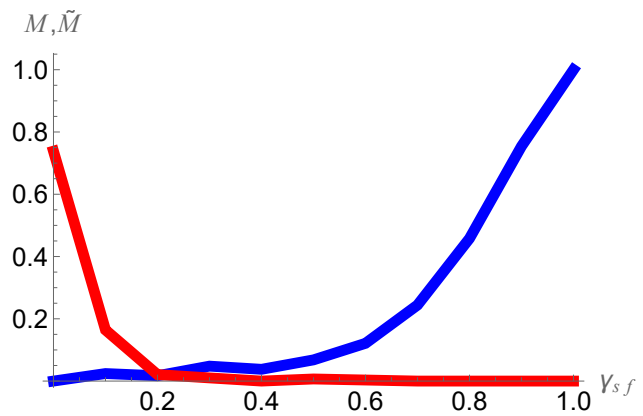


図 2: 青線は M , 赤線は \widetilde{M} を表す。

- [1] Ogihara, Y., Yamanaka, O., Akino, T., Izumi, S., Awazu, A., Nishimori, H.: Switching of primarily relied information by ants: A combinatorial study of experiment and modeling. in *Mathematical Approaches to Biological Systems – Networks, Oscillations, and Collective Motions*, (eds.) Ohira, T., Uzawa, T., Springer (2015), pp.119–137
- [2] Floreani, S., Giardinà, C., den Hollander, F., Nandan S., Redig, F.: Switching interacting particle systems: Scaling limits, uphill diffusion and boundary layer. *J. Stat. Phys.* **186** (2022) 33 (45 pages)