

蟻の採餌ダイナミクスと数理モデリング

Mathematical Modelling for the Foraging Dynamics of Ants

西森拓

広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻

Hiraku NISHIMORI

*Department of Mathematical and Life Sciences, Graduate School of Science,
Hiroshima University, Higashi-hiroshima 739-8526 JAPAN
nishimor@hiroshima-u.ac.jp*

アリは、個体としては単純な構造をしており、可能な行動様式は極めて限定されているが、コロニーの構成員として互いに協調することで、集団として、子育て、採餌、闘争などの数々の複雑なタスクを行い、社会性昆虫と呼ばれている。本セッションでは、蟻の集団行動の中でもトレイル(隊列)形成を介した採餌行動に的を絞り、現象論的な数理モデルを通じて、集団としてのタスク処理の機構と特性を理解していった。数理モデルとしては、簡単な運動様式をもった個々のアリが、化学物質の場を媒介として相互に情報を伝え合う、いわゆる、マルチエージェントモデルとよばれる計算機モデルを扱った。具体的には、参考文献にあげられた中川および田尾らによるモデルを題材に据えて、

1. 採餌トレイルの形状と、コロニーとしての採餌効率の関係。
2. 構成要素の非一様性と、コロニーとしての採餌効率の関係。

を議論した。1.については、2名のセミナー担当者によって詳しい説明が行われ、数値計算の再現も部分的になされた。とくに、フェロモンによる近接作用だけで、時間的・空間的に変化する採餌の状況に応じて、餌場と巣を結ぶ最適なトレイルが自発的に形成され得ることが示された。2.についてはオーガナイザーが中川らの数理モデルの概説を行い、コロニー中にフェロモンに対する感受性の極端に劣る個体を適当な数混入させることで、全体の採餌効率があがるという逆説的な計算結果が紹介された。

ただし、実在するアリについては、コロニー全体としての複雑な役割分担の制御実験は言うにおよばず、個々のアリの振る舞いに関してさえも、まだまだ検証が続いている段階である。例えば、トレイルを形成するために必要なフェロモンの種類について、実験的に検証ずみのリクルートフェロモンのみで十分なのか、多くの数理モデルで(トレイルを自発的に形成させるために必要に駆られて)経験的に採用されているように2種類必要なのか、結論が出ていない。(皆さん、一種類のフェロモンのみで巣と餌をアリが行き来する安定したトレイルを作る数値モデルに挑戦して下さい!) 事実側に検証の困難な要素がある場合、これを数理モデルの側からどのように扱うべきかが、実は一番難しくかつ(オーガナイザー個人としては)興味のある問題である。数理モデリングが、今後、様々な生物現象理解の鍵として今以上の重要な位置を占めるためには「妥当なモデリング」方法についての議論を深化させる必要があると考える。

参考文献

- [1] 中川寛之, 田尾知巳, 西森 拓, 2003. 蟻の化学走性と役割分化の模型. 数理解析研究所講究録, 1305: 15-23.
- [2] Tao, T., Nakagawa, H., Yamasaki, M. and Nishimori, H., 2004. Flexible foraging of ants under unsteadily varying environment. J.Phys.Soc.Jpn., 73(8): 2333-2341.
- [3] Schweitzer, F., 2003. "Brownian Agents and Active Particles, Collective Dynamics in the Natural and Social Sciences," Chapter 5 Tracks and Trail Formation in Biological Systems, 5.1 Active Walker Models, 5.2 Discrete Model of Track Formation, Springer-Verlag, New York.(セッション内では使われなかったが参考のため)