

光熱流体効果を利用したコロイド粒子・相変化材料系への群知能の実装 Implementation of Swarm Intelligence into Colloidal Particle and Phase Change Material System Using Photothermal and Fluidic Effects

慶大理工¹, 産総研² ○齋木 敏治¹, (D)中山 牧水¹, (M2)遠藤 博紀¹, (M1)高橋 廣守¹,
(B)長瀬 暉¹, 山本 詠士¹, 齊藤 雄太², 畑山 祥吾², 牧野 孝太郎²

Keio Univ.¹, AIST², ○Toshiharu Saiki¹, Bokusui Nakayama¹, Hiroki Endo¹, Hiromori Takahashi¹,
Hikaru Nagase¹, Eiji Yamamoto¹, Yuta Saito², Shogo Hatayama², Kotaro Makino²

E-mail: saiki@elec.keio.ac.jp

生物の集団運動においては、時間、エネルギー、リスクマネジメントの視点から何らかの最適化がなされており、その行動を数理モデルを用いて解釈、アルゴリズム化し、最適化問題の解探索法として活用する研究が盛んである。ただし数理モデルの現状は生物行動の本質の理解からは遠く、例えば、行動履歴の記憶や内部状態の果たす役割を生物観察のみに基づいてモデル化することは困難である。その橋渡しとして、生物を模擬しつつ多様な相互作用機構を導入可能な実物理システムを用いた研究が有用と考えられる。本研究では、コロイド粒子を生物個体に見立て、環境との相互作用や個体間相互作用の履歴を相変化材料によって記憶し、合目的的行動を発現する実物理システムを構築することを目指している。

本講演では、具体的な取り組みの一つとして、水中を運動する数 μm のコロイド粒子をアリに見立て、光熱・流体効果と相変化材料を利用してフェロモン情報伝達を実装した研究を紹介する。実装のポイントは、①アリの自走能、②フェロモン誘引能、③これらの相対比の調節をいかに導入するかにある。自走能の付与は、交流電界下で自己推進するヤヌス粒子（ポリスチレン粒子の半球に金を被覆）を用いることによって実現している。フェロモン誘引能は、カルコゲナイド相変化材料（GeSbTe）を基盤（アリが運動する地面）として用いることによって実装する。上方から広域一様レーザー照射すると、ヤヌス粒子のレンズ集光作用によって自身の直下で GeSbTe が加熱され、アモルファス相から結晶相に変化する。この結晶化はヤヌス粒子の軌跡に沿って発生するため、これをフェロモン放出とみなす。さらに、導電性の高い結晶相が局所的に形成されることにより、上記の交流電場が結晶相領域へ集中し、これを起源として電気浸透流が発生する。この流れは常に結晶相領域に向かうため、フェロモン誘引能として活用できる。粒子の自走能とフェロモン誘引能はともに交流電界が起源となっているが、周波数に応じてその相対比を調整できる。適切な相対比に設定すると目論見通りアリの集団運動を模倣できる一方、フェロモン誘引能を増強すると、自己捕捉を起こし、バクテリアのコロニー形成を模倣できることがわかった。GeSbTe をヤヌス粒子の被覆材料としても使用すると、粒子自身にも記憶能を具備させることが可能である。

本研究成果は国立研究開発法人 情報通信研究機構の委託研究 (03701)により得られたものである。

