

レーザー照射による相変化材料被膜基板上でのコロイド粒子のダイナミクス

Hydrodynamics of Active Colloids by laser heating on GeSbTe substrates

慶大理工¹, 産総研² ◯(M2)山口慧¹, 山本詠士¹, 相馬僚¹, 中山牧水¹, 桑原正史², 斎木敏治¹

Keio Univ.¹, AIST² ◯Kei Yamaguchi¹, Eiji Yamamoto¹, Ryo Soma¹, Bokusui Nakayama¹,

Masashi Kuwahara², Toshiharu Saiki¹

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

非平衡系において自己駆動的に運動する粒子やその集団はアクティブマターと呼ばれ、そのダイナミクスの研究が盛んである。アクティブマターのダイナミクスは、細胞や微生物の挙動、あるいは昆虫、魚、鳥などの群れの行動様式と多くの類似点を有する。これらの生物の集団運動を再現し、モデル化することを目的として、さまざまに設計された人工粒子を用いたアクティブマターの観察が報告されている。また、アクティブマターの運動機構の解明、制御は、ナノスケールの物質輸送や自律的構造形成への応用につながる。

本研究では、粒子の駆動機構をその環境から獲得し、かつ環境との相互作用に集団サイズ依存性や履歴性を具備させることが可能な新しい実験プラットフォームを提案する。具体的には Fig. 1 に示すように、カルコゲナイド相変化材料 (GeSbTe; GST) 薄膜近傍を浮遊するポリスチレンビーズの運動をレーザー照射下で観察する。GST は結晶相とアモルファス相をレーザー加熱により可塑的、かつ可逆的に変化する材料である。本実験では、GST の初期状態がアモルファス相となっており、粒子が通過した直上のみレンズ効果によって結晶化が起こる。結晶化した箇所では、周囲のアモルファス相との光吸収量の差によって温度勾配が生じ、粒子の駆動力となる対流が発生する。また粒子がクラスタを形成すると、その直上での GST の光吸収量が増加し、これも温度勾配の起源となる。すなわち、粒子は運動とともに GST にその軌跡を残しながら周囲に対流を発生させ、自身の駆動力のみならず、周囲との相互作用機構を獲得する。またそれらの機構は、集団サイズとともに大きく変化する。実際に波長 532nm のサブナノ秒パルス光を照射しながら観察をおこなったところ、Fig. 2 のような自発的なクラスタ形成やその融合過程が見られた。

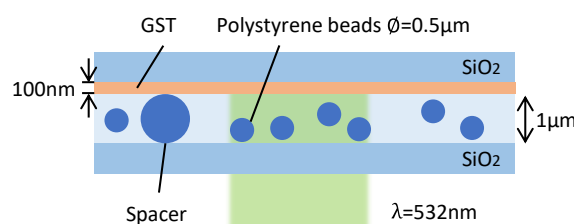


Figure 1. Schematic of flowing particles on GST

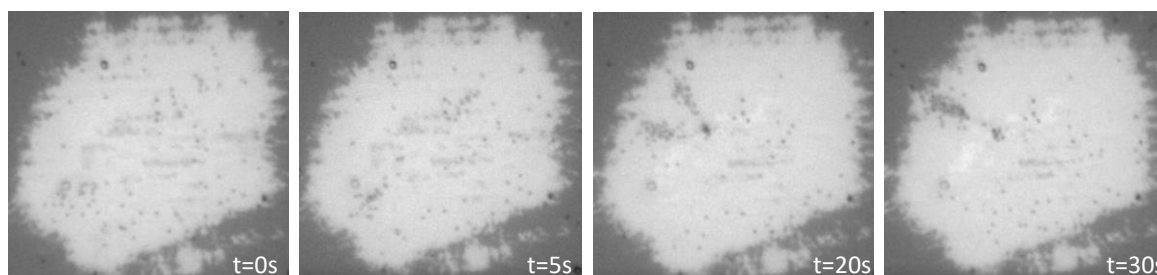


Figure 2. Snapshots of clustering particles on GST