

課題番号 : F-19-UT-0097  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 境界設計によるバクテリア集団の秩序制御  
Program Title (English) : Controlling order formation of bacterial populations by boundary design  
利用者名(日本語) : 竹内一将、西口大貴、嶋屋拓朗、井上皓平、山本真大、澤田太郎  
Username (English) : K. A. Takeuchi, D. Nishiguchi, T. Shimaya, K. Inoue, M. Yamamoto, T. Sawada  
所属名(日本語) : 東京大学 大学院理学系研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Science, The University of Tokyo  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、微小流体デバイス、バクテリア、秩序形成、アクティブマター

## 1. 概要(Summary)

生物は、分子から細胞、個体に至るあらゆるスケールで、物質やエネルギーを取り込んで、輸送や発生など様々な生命機能の実現に充てている。このような背景のもと、エネルギーを消費し自発的に運動する粒子の集団が近年精力的に調べられており、秩序形成や非自明な揺らぎなど興味深い性質が明らかになって、アクティブマターという物理学の一分野が築かれた。単純な理論モデルでは、そのような粒子集団は運動の向きを揃え、群れのような秩序を示すとされているが、実験的には、バクテリアにせよ生体分子にせよ、集団の運動は容易に乱れてしまうため、秩序を生み出し制御する機構の理解が求められている。

そこで本研究では、系の境界が集団運動の秩序形成に及ぼす役割を明らかにする。フォトリソグラフィ技術によって、柱や流路など、構造物のもとでバクテリア懸濁液を観察し、集団の分布や運動状態にどのような秩序が発生するかを調査する。本年度は、理論モデルを用いて境界設計と集団秩序の関係を調べた。その結果と、本グループ西口らの先行実験[1]の結果を踏まえて、観察系基板を設計し、試作を開始した。

## 2. 実験(Experimental)

### **【利用した主な装置】**

レーザー直接描画装置、マスク・ウエーハ自動現像装置群、クリーンドラフト潤沢超純水付

### **【実験方法】**

ガラス基板に対し、ウェット洗浄、プラズマ洗浄をした後に、フォトリソの厚膜をコートし、所定のパターンで露光、現像する。以上の基板を用いて観察系を構成し、バクテリア懸濁液を滴下して、光学顕微鏡で観察する。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

先行実験[1]により、柱を等間隔で並べた基板では、バクテリアは周期的な渦状の集団運動を示すことが明らかになっている。一方で、理論的には、複数の長さスケールが混在したパターンで柱を並べることで、新奇な運動モードが出現する可能性が指摘された。そこで本年度は、2つの格子定数をもつパターンの基板製作に向け、準備実験を行った。本研究では、直径 20 $\mu\text{m}$ 、高さ 100 $\mu\text{m}$  程の高アスペクト比の柱を並べる必要があり、レジスト選定や露光条件等を工夫している段階である。また、これと並行して、チャンネル状の系の中で二種類のバクテリア集団を培養すると、非自明な棲み分けパターンが生じ、領域の統合過程が普遍的なスケールリング則に従うことを我々は理論モデルで見出した[2]。その実験的検証のため、またより一般にバクテリア競合過程の計測のため、それに適した基板の設計等を行っている。

## 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:[1] D. Nishiguchi et al., Nature Commun. **9**, 4486 (2018). [2] T. Shimaya and K. A. Takeuchi, Phys. Rev. E **99**, 042403 (2019).

・新学術領域研究「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」計画研究「高密度細菌集団の秩序創発・状態制御を司る熱統計力学原理の探求」

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。