

新しいマイクロ分子集積マテリアルの開拓と自己組織化の理工学

アイントホーフェン工科大学 日本学術振興会海外特別研究員

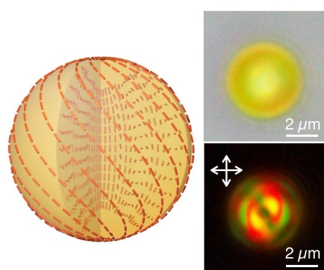
大木 理 (o.oki@tue.nl)

電子と光は情報の搭載・処理・伝送をつかさどるエネルギーであり、電子・光機能材料の進展は科学技術革新の推進力である。電子・光技術のさらなる高密度化やスマート化の需要を背景に、 π 電子をもつ共役分子から形成された分子集積体を電子・光学素子化する挑戦がある。分子集積体の機能は、ナノ-メソ-マイクロを横断する超分子構造と密接に関連し、さらなる性能向上と機能創発の実現には、異なる時間・空間のスケールで分子集合を理解し制御する必要がある。

我々は、これまでに「自己組織化プロセスの理解と制御」を切り口として、高分子、結晶分子、液晶分子など多岐にわたる共役系分子の自己組織化を工学し、とりわけ新しい光機能材料の開拓に関する研究に従事してきた。本セミナーでは、特に発表者が中心となって遂行してきた以下の 4 つの研究を紹介する。

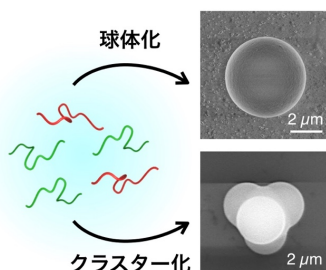
- [1] Twisted-bipolar 球体の開発とそのキラルかつトポロジカルな超分子構造が創発する新規光機能の実証 (高分子)^{1,2)}
- [2] 液滴メゾフェーズの理解に基づく高分子共集合化の精密制御 (高分子)^{3,4)}
- [3] 同一形状、高い粒径単分散性、かつ一軸配向したお椀形状をもつマイクロ単結晶の一斉形成制御 (結晶分子)⁵⁾
- [4] 光による超分子ナノオーダーの時空間制御とバイオミメティック有機光機能材料への応用 (液晶分子)⁶⁾

[1] Twisted-bipolar 球体



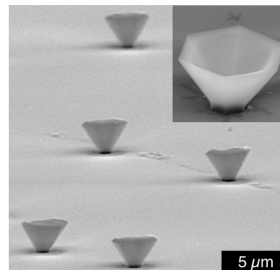
角度異方円偏光¹⁾や
光学メタ球体機能²⁾

[2] 高分子共集合制御



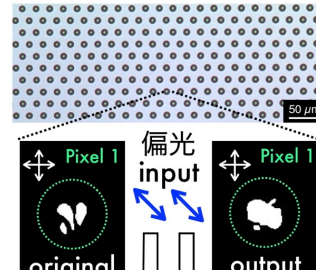
ブレンド構造制御^{3,4)}と
液滴メゾフェーズの理解

[3] お椀型単結晶形成



基板上での
微晶成長精密制御⁵⁾

[4] 液晶配向の光制御



光×分子配向
協奏型メモリー⁶⁾

様々な分子の自己組織化を研究対象としてきた発表者は、次のターゲットとして 2 次元物質の集積化に着目している。そこで本発表の最後には、自身の研究背景をもとに立案する「2 次元物質の集積制御が切り拓くマテリアル革新」に関するアイデアを今後の展望として簡潔に紹介する。

—謝辞—

本発表で紹介する研究は筑波大学の山本洋平教授、山岸洋助教ら、同じく筑波大学の神原貴樹教授、桑原純平准教授ら、Leibniz-IPHT の Prof. Dr. Jer-Shing Huang、Dr. Zhan-Hong Lin、東京大学の岩本敏教授、Lin Wenbo 博士、大阪大学の武田洋平准教授ら、関西学院大学の森崎泰弘教授ら、産総研の則包恭央教授、TU/e の Prof. Dr. E. W. Meijer、Dr. Ghislaine Vantomme ら、同じく TU/e の Prof. Dr. Peter Zijlstra、Dr. Yuyang Wang と共に行った研究成果の内容である。

—文献—

- 1) O. Oki et al., "Robust Angular Anisotropy of Circularly Polarized Luminescence from a Single Twisted-bipolar Polymeric Microsphere" *J. Am. Chem. Soc.* 2021, 143, 8772–8779.
- 2) O. Oki et al., "Anomalous optical resonance on supramolecularly chiral metaspheres with swirl topology" *Nat. Commun.* under Review.
- 3) O. Oki et al., "FRET-mediated near infrared whispering gallery modes: studies on the relevance of intracavity energy transfer with Q-factor" *Mater. Chem. Front.* 2018, 2, 270–274.
- 4) O. Oki et al., "Autonomous Synthesis of Polymeric Colloidal Molecules through Stepwise Coacervation and Symmetric Compartmentalization" in preparation.
- 5) O. Oki et al., "Synchronous assembly of chiral skeletal single-crystalline microvessels" *Science* 2022, 377, 673–678.
- 6) O. Oki et al., "Optical Synaptic Arrays based on Polarization-Imprinted Supramolecular Nanostructure" in preparation.