

トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を
有する材料・デバイスの創出
2020年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

山本 洋平

筑波大学 数理物質系
教授

自己組織化トポロジカル有機マイクロ共振器の開発

主たる共同研究者:

山下 兼一 (京都工芸繊維大学 電気電子工学系 教授)

吉岡 宏晃 (九州大学 大学院システム情報科学研究院 助教)

研究成果の概要

2022年度は、各グループで顕著な成果を挙げる事ができた。山本Gでは、面不斉シクロファン分子の基板表面での結晶化プロセスの精密制御によるお椀状スケルタルマイクロ結晶の形成とサイズ・形状・配向の精密制御に関する成果を *Science* 誌に発表した¹⁾。また、イオン液体マイクロ液滴からの低閾値レーザー発振と微風センシングに関する山本Gと吉岡Gの共同研究の成果を *Laser Photon. Rev.*誌に発表した²⁾。また、天然高分子分解の精密光共振器モニタリング (*Chem. Commun.*)、蜘蛛の糸を光ファイバーとして用いる光論理ゲートの構築 (*Adv. Opt. Mater.*)、光異性化分子による光による分子の凝集/溶解の制御 (*Adv. Opt. Mater.*)について論文発表を行った。山本が、これまでの研究業績に対し日本化学会学術賞を受賞した。

吉岡Gでは、シリカ凝集ナノポーラス薄膜内部に低しきい値の有機マイクロディスクレーザーを埋め込みに作製可能な新しい集積実装技術であるナノインフィル印刷法を開発し、*Adv. Photon. Res.*誌に発表し、フロントカバーとして採用された。また、アクティブクラッド型マイクロリングレーザー (OAM 制御)、周期構造のナノ印刷技術 (OAM 生成)、光集積回路への有機マイクロディスクレーザーの直接実装に関する基礎的な知見をえた。

山下Gでは、鉛ハライドペロブスカイトを用いた微小共振器において、室温ポラリトン凝縮相の偏光モード間の重ね合わせを達成した。また、インプリント技術を用いた有機室温トポロジカルポラリトン構造の作製を達成した。また、有機半導体結晶においては、結晶のコヒーレントな振動モードが関与した励起状態の存在を示唆することができ、論文発表を行った (*ACS Photon.*)。室温ポラリトン凝縮現象のさらなる解明のカギになる物理として期待できる。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Osamu Oki, Hiroshi Yamagishi, Yasuhiro Morisaki, Ryo Inoue, Kana Ogawa, Nanami Miki, Yasuo Norikane, Yohei Yamamoto, “Synchronous assembly of chiral skeletal single-crystalline microvessels” *Science* **2022**, 377, 673–678.
- 2) Hiroshi Yamagishi, Keitaro Fujita, Junnosuke Miyagawa, Yuya Mikami, Hiroaki Yoshioka, Yuji Oki, Naoki Takada, Soumei Baba, Shimpei Saito, Satoshi Someya, Zhan-Hong Lin, Jer-Shing Huang, Yohei Yamamoto, “Pneumatically Tunable Droplet Microlaser” *Laser Photon. Rev.* **2023**, 2200874.
- 3) Nasim Obata, Yuya Mikami, Hiroaki Yoshioka, Yuji Oki, “Embedding Optical Microcavities in Nanoporous SiO₂ Film via Infill Inkjet Printing,” *Adv. Photon. Res.* **2022**, 3, 2200018. (selected as *Front Cover*)
- 4) T. Matsuo, Y. Ueda, H. Mizuno, F. Sasaki, K. Yamashita, and H. Yanagi, “Optically pumped lasing based on vibrationally dressed exciton polaritons in a single-crystal molecular cavity at room temperature,” *ACS Photon.* **2022**, 9, 2015-2023.