

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
2019年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

岩本 敏

東京大学 先端科学技術研究センター
教授

トポロジカル集積光デバイスの創成

主たる共同研究者:

小林 伸聖 ((公財)電磁材料研究所 研究開発事業部 部門長)
高橋 駿 (京都工芸繊維大学 電気電子工学系 准教授)

研究成果の概要

2022 年度には、領域内連携による成果も含め、以下のような進展を得ることができた。

- (1) Epsilon-Near-Zero(ENZ)特性を示す材料とナノグラニューラー(NG)薄膜を積層した構造において、ENZ 波長と磁気光学効果の変化を観測することに成功した。
- (2) Co と BaF₂ を用いた NG 薄膜において、低誘電損失の薄膜の作製に成功した。また、酸素雰囲気熱処理によりフェライト粒子を含有する NG 膜の作製に成功した。
- (3) 高透過率 NG 薄膜と半導体フォトニック結晶のハイブリッド構造を検討し、NG 薄膜の分光データを用いた数値解析により、過去に報告された例と比較してトポロジカルフォトニックギャップ幅が拡大できる可能性を明らかにした。
- (4) スキルミオンレーザの実現に不可欠なリング共振器における一方向性発振の条件を数値解析で検討し、安定動作の鍵となる機構を明らかにした。また、実際の素子作製にも着手した。
- (5) シリコンフォトニクスにより作製した、複数のシリコンリング共振器からなる SSH (Su-Schrieffer-Heeger) 格子に高精度キャリブレーションを施すことで、任意のリングの励起と観測を可能にした。その結果、様々なエッジ状態とバルク状態を直接観測し、理論的な波動関数とよく一致することを確認した。また人工次元系での SSH 格子の実現を目指して作製した2リング結合系の静特性を評価し、人工次元バンド測定に向けた準備を進めた。
- (6) 広帯域な完全バンドギャップを有するウッドパイル型3次元フォトニック結晶において、高次トポロジカル状態のひとつであるヒンジ状態をマイクロ波帯域で観測することに成功した。
- (7) 理論的に予測されていたバレーフォトニック結晶からの放射光に現れるトポロジカルな偏光分布の観測に成功した(チーム間連携による成果)。

【代表的な原著論文情報】

- 1) T. Liu, N. Kobayashi, K. Ikeda, Y. Ota, and S. Iwamoto, "Topological Band Gaps Enlarged in Epsilon-Near-Zero Magneto-Optical Photonic Crystals", ACS Photonics, 9, 5, 1621–1626 (2022).
- 2) K. Kuruma, H. Yoshimi, Y. Ota, R. Katsumi, M. Kakuda, Y. Arakawa and S. Iwamoto, "Topologically-Protected Single-Photon Sources with Topological Slow Light Photonic Crystal Waveguides", Laser Photonics Rev., 16, 8, 2200077 (2022)