

2023 年度年次報告書

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

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

2023 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、磁気光学効果の増強を観測することに成功し、ENZ 波長との関連性を確認した。
- (2) Co と BaF₂ を用いた NG 薄膜と BaF₂ の積層構造において、磁気光学効果を保ちつつ誘電損失を抑制することに成功した。
- (3) YIG や低損失 NG 薄膜と半導体フォトニック結晶のハイブリッド構造について、大きなトポロジカルフォトニックギャップを有する構造を設計した。また、同構造の基礎となる磁気光学材料上への半導体フォトニック結晶の形成に成功した。また、磁気光学材料を用いたフォトニック結晶構造の作製にも成功した。
- (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を実現した。また、表面回折格子を揺するリング共振器においても一方向性発振を得ることに成功した。これはスキルミオンレーザ実現に向けた重要な一歩である。
- (5) シリコンフォトニクス技術により作製した2リング結合系における人工次元バンド構造の測定に成功するとともに、二つの変調信号の周波数、位相を制御することにより、人工次元におけるSSH 格子や量子ホール梯子格子を実現した。
- (6) マイクロ波帯域で高次トポロジカル状態(ヒンジ状態)を実証した3次元フォトニック結晶の周期構造を、光領域を対象としたサブミクロン周期まで縮小し、半導体で作製することに成功した。
- (7) シリコンフォトニクス技術を活用した光スキルミオン結晶ビームの生成に成功するとともに、そのスキルミオン数の制御が可能であることを実験的に示した (チーム間連携による成果)。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Ikeda, T. Liu, Y. Ota, N. Kobayashi, and S. Iwamoto, "Enhanced Magneto-Optical Effects in Epsilon-Near-Zero Indium Tin Oxide at Telecommunication Wavelengths," Adv. Opt. Mater., 12, 2301320 (2024).
- 2) S. Takahashi, Y. Ashida, H. T. Phan, K. Yamashita, T. Ueda, K. Wakabayashi, and S. Iwamoto, "Microwave hinge states in a simple cubic lattice photonic crystal insulator," Phys. Rev. B 109, 125304 (2024).
- 3) Z. Dai, W. Lin, and S. Iwamoto, "Rate equation analysis for deterministic and unidirectional lasing in ring resonators with an S-shaped coupler," Jpn. J. Appl. Phys. **63**, 02SP54 (2024)