

2024 年度年次報告書

トランススケールな理解で切り拓く革新的マテリアル

2024 年度採択研究代表者

仲嶋 一真

大阪大学 大学院工学研究科

大学院生

異方性形状ポリマーネットワークによる強誘電性ネマティック液晶の分極アレイデザイン

研究成果の概要

強誘電性ネマティック液晶 (FNLC) の分極配向制御は、デバイス応用に不可欠な要素であるにもかかわらず、その有効な手法は確立されておらず、液晶材料研究における重要な未解決課題である。本研究では、三次元キラル構造を有するブルー相液晶 (BP) を模倣したポリマーネットワークを構築し、その中に FNLC を注入することで、FNLC の分極配向を空間的に制御することに成功した。この BP ポリマーテンプレート FNLC (BPPT-FNLC) は、常誘電性 BP 液晶と比較してカー定数が大きく、加えて 0.1 を超える電界誘起複屈折やサブマイクロ秒の応答速度を示すなど、FNLC の電気光学特性を高効率に引き出せる新規材料系である。

また、より汎用的な制御法の確立を目指して、BPPT-FNLC において FNLC の配向に寄与する構造的要因を検討した。その結果、一軸配向のネマティック相および螺旋構造のコレステリック相のポリマーネットワークでは FNLC の配向制御は困難であり、単なる配向場やキラリティは支配的要因ではないことが判明した。一方、BP に内在するスプレイ変形を液晶セルの機械的変形により FNLC へ印加することで、明確な分極配向が得られることを示した。

さらに、この分極配向制御を応用して、FNLC を用いた機械変形型発電素子を開発した。従来、FNLC の起電力は数 mV にとどまっていたが、分極配向を制御することで約 1 V の高出力を実現し、エネルギーハーベスティングデバイスへの応用可能性も示された。本研究は、FNLC 配向制御の新機軸を提供するとともに、ソフトエレクトロニクス分野への展開を可能とする基盤的成果である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Nakajima, H. Kamifuji, M. Nakase, K. Nishi, H. Kikuchi, and M. Ozaki, “Blue Phase-Polymer-Templated Ferroelectric Nematic Liquid Crystal”, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **16**, 66552 (2024).
- 2) K. Nakajima, H. Kamifuji, M. Nakase, K. Nishi, H. Kikuchi, and M. Ozaki, “Sub-Microsecond Birefringence Modulation of Blue Phase Polymer-Templated Ferroelectric Nematic Liquid Crystal Induced by Voltage Reversal”, *ACS Appl. Opt. Mater.*, **3**, 601 (2025).