

2024 年度年次報告書

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成

2021 年度採択研究代表者

小野 浩司

長岡技術科学大学 技学研究院  
教授

幾何学位相回折素子による赤外・THz 偏光撮像技術開発

主たる共同研究者:

川月 喜弘 (兵庫県立大学 大学院工学研究科 教授)

田中 雅之 ((株)オプトゲート 代表取締役)

## 研究成果の概要

中遠赤外用幾何学位相素子及び液晶リターダーを中赤外及び遠赤外カメラに実装し、 $3.75\text{ }\mu\text{m}$  及び  $9.5\text{ }\mu\text{m}$  での偏光探査型偏光撮像(PPPI)装置を構築した。特に中赤外での PPPI 装置を用いて白色のプラスチック材の内部複屈折観察を試みた結果、可視光では散乱による偏光解消で不可視であるのに対し、中赤外光では散乱が抑制されるため可視化できることを見出した。また、癌撮像への近赤外ハイパースペクトル偏光撮像を行い、癌組織の深達度計測の可能性を示す結果を得た。また、光散乱を伴う被写体の偏光特性をより詳細に解析するために、PPPI の顕微光学系への実装も進めた。

サブ波長金属メッシュと低分子ネマチック液晶からなる THz 領域でのリターダーについて検討を行った。金属メッシュの作製には、前年度から引き続き、サブフェムトインクジェット加工機を用いることを試みているが、所望する数十から数百  $\mu\text{m}$  程度の厚さを実現するための描画条件の探索に時間を要している。これと並行してパルスレーザー加工機によるメタルメッシュの作製についても検討も進め、設計した開口形状を得るには至っていないものの、 $100\text{ }\mu\text{m}$  程度の厚さは実現でき、液晶と複合化することで、融合構造に起因するリタデーションが発現することを実験的に確認した。

4-ホルミルフェニルベンゾエート(PA)と桂皮酸(CA)側鎖を持つ光配向性液晶共重合体(PLCP)において、本年度はより複屈折向上を目的とした PA が 90%となる PLCP 合成し、その場反応させる数種のフェニルアミン類における光配向と複屈折率を前年度に引き続き調査した。その結果、光反応とその場反応を組み合わせることで誘起される複屈折を 0.45 と大幅に増強できた。またこの PLCP を用いたブラッグ偏光回折格子を試作し、回折効率の角度許容性を 40 度以上と通常のブラッグ回折格子に比べて許容角を大幅に向上できた。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Uemura, G. Nakajima, M. Murui, M. Kondo, M. Sakamoto, T. Sasaki, M. Suzuki, H. Ono and N. Kawatsuki, "Birefringence and Orientation Direction Control of Photoalignable Liquid Crystalline Copolymer Films Based on In Situ Modification of Mesogenic Groups," *Langmuir* 40, 15271-15280 (2024).
- 2) H. Ono, M. Sakamoto, M. Suzuki, K. Noda, T. Sasaki, and N. Kawatsuki, "Generation of geometric phase optical elements using photoalignment technology of liquid crystals and progress of polarization optical system," *Molecular Crystals and Liquid Crystals* 768, 993-1013 (2024).
- 3) M. Suzuki, S. Ohara, M. Sakamoto, K. Noda, T. Sasaki, N. Kawatsuki, and H. Ono, "Temperature dependence of diffraction efficiency of orthogonal circular type polarized gratings made by liquid crystal molecules with anisotropic absorption," *Opt. Mater. Express* 14, 1857-1864 (2024).
- 4) M. Suzuki, T. Simizu, N. Nishizawa, M. Sakamoto, K. Noda, T. Sasaki, M. Tanaka, N. Kawatsuki, and H. Ono, "Acquisition of full Mueller matrix distribution of cancer tissue with near-infrared polarization-probe polarization-imaging and search for its optimal polarization

conditions," Opt. Express 33, 18214-18224 (2025).