

## 偏光の空間構造に起因する光トルクを用いた液晶配向制御

Liquid Crystal Alignment Control using Optical Torque by Spatial Structure of Polarized Light

1265040 内田 涼太 (光制御・ネットワーク研究室)

(指導教員 小林 弘和 准教授)

## 1. はじめに

棒状の液晶分子は互いに同一方向を向こうとする弾性を有している。図1のように長軸の配向方向に対して角度 $\theta$ で斜めに入射した光波による電場 $\vec{E}$ を印加すると、長軸方向では縦電場による分極が生じるのに対して短軸方向では横電場による光トルクが発生する。このように、光波の電場で生じる液晶分子への回転トルクと弾性力が釣り合う方向に配向の制御が可能となることから空間的な配向制御の高機能化が期待されている [1]。本研究では、図2のように通常の直線偏光を有するガウシアンビームと円環状の振幅分布を形成し動径方向あるいは方位角方向に偏光したベクトルビーム（径偏光、部分径偏光）を用いた液晶配向の制御を行なった。

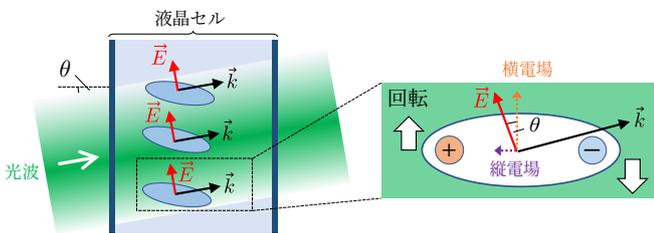


図 1: 光波を用いた配向制御の模式図

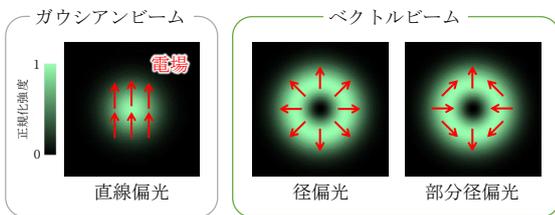


図 2: ガウシアンビームとベクトルビーム

## 2. 実験構成

図3に示す実験系を用いて液晶配向の変化を観測した。まず、液晶配向を制御する波長 532 nm のポンプレーザー光を対物レンズで液晶に集光して照射する。ポンプ光に径偏光を用いる際は、水平偏光を 1/2 波長板の速軸が場所によって異なる軸対称偏光素子 (q-plate) に通すことで生成した。また部分径偏光の生成は、水平偏光を q-plate と 1/2 波長板に通すことで行なった。配向観測に用いる右回り円偏光のプロープ光は中心波長 625 nm の LED 光で BS を介して液晶に入射する。ポンプ光の光パワーが液晶分子の配向に急激な変化が起こる光フレデリクス転移の閾値よりも十分小さい場合、液晶配向は変化せず、プロープ光も偏光を変えずに液晶を通過するので、左回りの円偏光板でプロープ光はブロックされカメラに何も映らない。しかしポンプ光の強度が高くなり液晶分子が回転し始めると、液晶の複屈折によりプロープ光は右回りと左回りの偏光成分を持つ楕円偏光となり、左回りの偏光成分のみが配向の変化としてカメラに写る。ポンプ光の集光点より後方に液晶を配置すると、ポンプ光が広がり角を持って液晶に入射するため光フレデリクス転移の閾値以下で特異な配向変化

が観測できる。

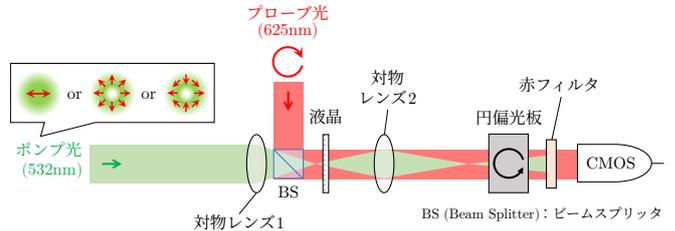


図 3: 液晶配向の実験構成

## 3. 結果

図3の実験系を用いて、液晶セルの位置を動かし、対物レンズ1の焦点位置から後方 120  $\mu\text{m}$  地点でのプロープ光の強度分布を図4に示す。ポンプ光にガウシアンビームを用いた結果が図4(a)、径偏光を用いた結果が図4(b)、部分径偏光を用いた結果が図4(c)である。図4(a)は入射光パワーが 128 mW のときビームの左右2か所に明点が生じ、パワーを上げると左側の明点において液晶分子の配向変化が円環状の縞模様となって広がる光フレデリクス転移が確認された。次に、図4(b)は入射光パワーが 133 mW になるまでは配向の変化がほぼ円環状に現れ、パワーが 158 mW 以上になると円環の左部分の配向変化が大きくなり光フレデリクス転移が確認された。図4(c)は入射光パワーが 153 mW のとき上下と右側の3か所に明点が現れ、パワーを上げて 179 mW になると新たに左側にも明点が1つ生じてビームの上下左右の4か所において液晶配向を制御できることが分かった。

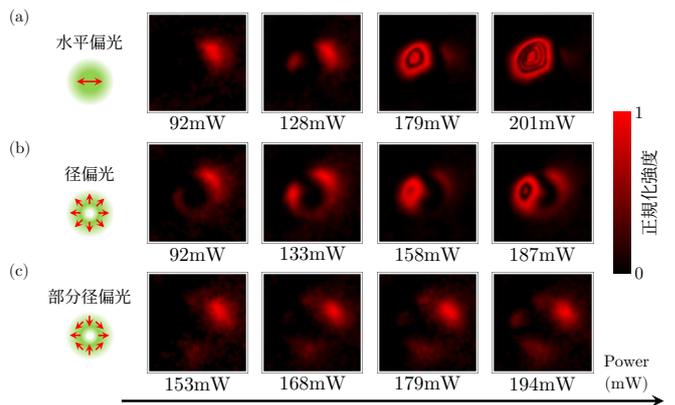


図 4: 結果 (a) ガウシアンビーム、(b) 径偏光のビーム、(c) 部分径偏光のビーム

## 4. まとめ

従来と異なる偏光を持つ光ビームによる配向制御の実用化を検討した。フレデリクス転移および光波の径偏光あるいは部分径偏光を用いて液晶配向を制御する実験結果から、光トルクを用いた配向制御の実用性が期待できる。

## 参考文献

- [1] M. E. Ketara, H. Kobayashi, and E. Brasselet, Nat. Photon. **15**, 121-124 (2021).