

## 非対称光渦を用いたレーザー誘起蛍光法

## Laser-induced fluorescence method using an asymmetric optical vortex beam

吉村信次<sup>1,2)</sup>, 寺坂健一郎<sup>3)</sup>, 皆川裕貴<sup>4)</sup>, 荒巻光利<sup>4)</sup>YOSHIMURA Shinji<sup>1,2)</sup>, TERASAKA Kenichiro<sup>3)</sup>, Hiroki MINAGAWA<sup>4)</sup>, ARAMAKI Mitsutoshi<sup>4)</sup><sup>1)</sup>核融合研, <sup>2)</sup>名大cLPS, <sup>3)</sup>九大総理工, <sup>4)</sup>日大生産工<sup>1)</sup>NIFS, <sup>2)</sup>Nagoya Univ., <sup>3)</sup>Kyushu Univ., <sup>4)</sup>Nihon Univ.

我々は、近年“光渦”として注目されている Laguerre-Gaussian (LG) ビームを光源として用いることで、レーザー誘起蛍光 (LIF) 法の機能拡張を目的とした研究を行っている。LGビーム中の原子が感じる方位角方向ドップラー効果を利用することで、従来のLIF法では原理的に不可能なビームを垂直に横切る方向のイオン流速の測定が可能となる。

LGビームは、ビームに垂直な断面内において、トポロジカルチャージ  $l$  に比例した方位角方向の位相変化をもつ。方位角方向ドップラーシフトは原子の流れ方向の位相勾配に比例するため、光渦 LIF 法では大きなトポロジカルチャージをもつビームをレンズによって集光する必要がある。一方、受光系には小さな励起体積全体からのLIFが検出されることになり、結果として流れの方向に関する情報が失われてしまう[1]。

今回、ビームの強度分布に非対称性を導入した“非対称光渦” [2, 3] を用いることで、流れの方向も含めた流速計測が可能となることを示す。図1に通常対称なLGビームと非対称LGビームの強度分布およびそれぞれとガウスビームの干渉パターンを示す。図1 (b) のフリッジから、図1 (a) のLGビームのトポロジカルチャージが  $l=20$  であることがわかる。図1(c) に強度分布を示した非対称LGビームは、空間光変調器 (SLM) に描画したホログラムへのガウスビーム入射位置をシフトさせることで得られる。非対称LGビームを用いることで、LIFを観測する領域を局在化させることができる。また、図1 (d) からわかるように非対称LGビームでも通常のLGビームと同様の方位角方向の位相構造が保持されている。従って、非対称LGビームを用いた場合、LIFスペクトルは流れの方向に応じてシフトすることが期待される。一方、図1 (c) の強度分布は Gouy 位相の効果によってビームの伝播とともに回転

することも考慮する必要がある [4]。講演では、この回転がLIFスペクトルのシフトに与える影響についても議論する。

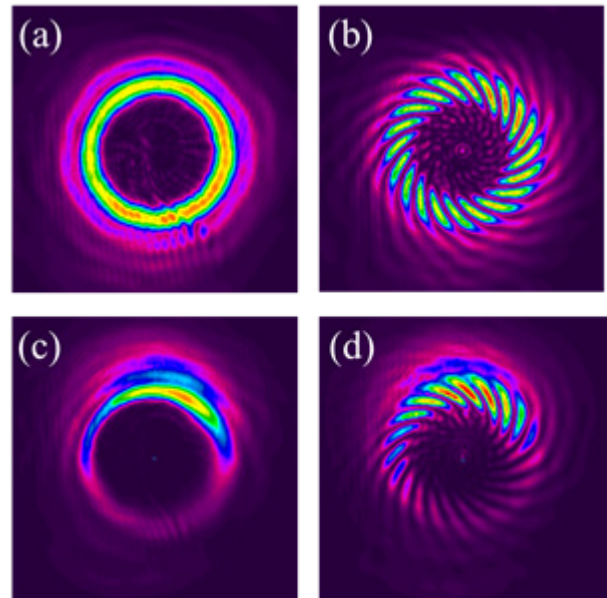


図1 (a) (b) LGビーム ( $l=20$ ) の強度分布およびガウスビームとの干渉パターン, (c) (d) 非対称LGビーム ( $l=20$ ) の強度分布およびガウスビームとの干渉パターン。

本研究は、科研費 21H01058、18KK0079 および NIFS 一般共同研究 NIFS22KIIP010 の助成を受けたものである。

- [1] S. Yoshimura, K. Terasaka, and M. Aramaki, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, SHHB04 (2020).
- [2] A.Ya. Bekshaev and A.I. Karamoch, *Opt. Commun.* **281**, 3597 (2008).
- [3] A. A. Kovalev, V. V. Kotlyar, and A. P. Porfirev, *Phys. Rev. A* **93**, 063858 (2016).
- [4] J. Hamazaki, Y. Mineta, K. Oka, and R. Morita, *Opt. Express* **14**, 8382 (2006).