

散乱媒質中における部分遮蔽した環状光の伝搬による非回折効果



Non-diffracting effect of partially blocked annular beam in scattering media

千葉大工, ^{○(PC)}シャフケティ アリフ, ラゴロサス ノフェル, 椎名 達雄

Chiba Univ., ^{○(PC)}Alifu Xiafukaiti, Nofel Lagrosas, Tatsuo Shiina

E-mail: xapkat_alip@chiba-u.jp

まえがき

散乱媒質中における光伝搬は、複数回の強い散乱を受け、エネルギーが分散されることに伴い光の伝搬範囲が制限され、媒質の情報を得ることが困難となる。散乱媒質中での高効率な伝搬手法が確立できれば、光センシング範囲の拡大につながる。本研究では、非回折光へ自己変換できる環状光の散乱媒質中での伝搬特性を研究している¹⁾。今回、媒質内部のセンシングを目的として、部分遮蔽された環状光の伝搬特性について、空気中でのシミュレーションと散乱媒質中での実験により評価を行った。

実験システム

Fig.1に実験システムを示す。環状光はアキシコンプリズム対を向かい合わせることでガウス光から変換され、扇形の障害物で環状光の断面を部分的に遮断した。乳脂肪分が1.8%(粒径 $1.1\mu\text{m}\phi$)の加工乳を純水で希釈した溶液を用い、光学セルに入れて散乱媒質モデルとして使用した。受光部は焦点距離4.5mmのコリメートレンズとマルチモード光ファイバーの組み合わせで、受光部の視野は 5.5mrad とした。異なる角度を持つ扇形障害物を用い、環状光を部分遮蔽して散乱媒質中に伝搬させ、透過した散乱光の強度分布を横軸で計測した。

結果と考察

環状光が空気中に伝搬する際、主な光量が強度分布の中心に推移し、ベッセル関数に近似できるビームに変換される²⁾。本研究では、部分遮蔽した環状光の伝搬特性を評価するため、空気中における伝搬シミュレーションを行った。Fig.2に 0° (遮蔽なし)、 10° 、 30° 、 60° の角度を持つ扇形障害物で部分遮蔽した環状光の伝搬結果を示す。遮蔽は環状光の縦軸で行った。 $0^\circ\sim 30^\circ$ の遮蔽角度では(Fig.2a~b)、強度が均一なリング状の非回折光が現れ、 30° の遮蔽角度から(Fig.2c~d)、縦軸の強度が低下し始めた。つまり、 $0^\circ\sim 30^\circ$ の範囲で遮蔽された環状光は非回折光に自己変換できることを示した。

実験でも同様な方法を用い、 $0^\circ\sim 60^\circ$ の扇形障害物による遮蔽した環状光の散乱媒質中での伝搬実験を行った。Fig.3に、それぞれ(a)縦軸と(b)横軸に扇形障害物を配置して計測した散乱光の強度分布を示す。強度分布は環状光両端 $\pm 20\text{mm}$ で正規化した。その結果、(a)縦軸に障害物を配置した場合、遮蔽角度が $0^\circ\sim 30^\circ$ の範囲で強度分布の中心に同程度の幅(2mm)をもつピークが現れ、 30° から中心ピークの強度が低下した。(b)横軸に障害物を配置した場合、遮蔽角度が $0^\circ\sim 30^\circ$ の範囲で横軸計測と同じ、強度分布の中心にピークが現れた。しかし、 30° を超えると強度分布が全体的に崩れ始めた。結果として、部分遮蔽した環状光の伝搬シミュレーションと同じ、散乱媒質でも扇形障害物の角度が $0^\circ\sim 30^\circ$ の範囲で遮蔽した環状光が非回折光に自己変換できると

いう効果が確認できた。これにより、媒質内ターゲットに環状光が入射した際の入射方向や位置がわかる。また、散乱体内部での高精度センシングにおいて有用な参考になる。

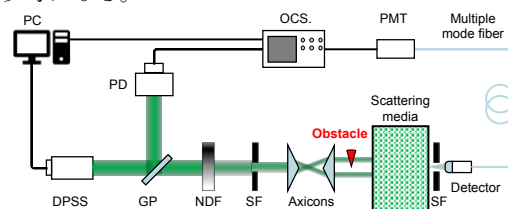


Fig.1 The experiment setup of partially blocked annular beam through scattering media.

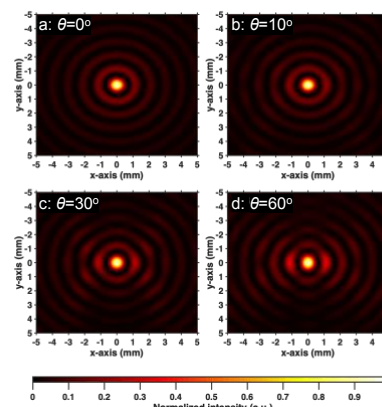


Fig.2 The simulation results of partially blocked annular beam at different blocking angles through air.

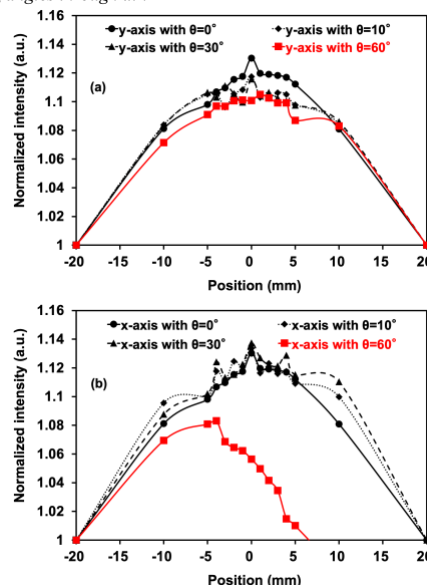


Fig.3 The intensity distribution of partially blocked annular beam through 10 cm scattering media at different blocking axes and angles.

参考文献

- 1) A. Xiafukaiti, et al., Optik 202, 163628 (2020).
- 2) J. Durnin, et al., Phys. Rev. Lett. 58 1499–1501 (1987).