

ランダム媒質中での環状光伝搬制御

Control of Annular Beam Propagation in Random Media

千葉大院融合¹, °大山 聖矢¹, 椎名 達雄¹

Chiba Univ.¹, °Seiya Oyama¹, Tatsuo Shiina¹

E-mail: s-arrow@chiba-u.jp

1.はじめに

近年、光を応用したリモートセンシング技術では CT による生体内部の情報取得やライダーによる長距離伝搬時の大気情報の取得が可能である。しかし、光は生体などに代表されるランダム媒質中では高濃度になると多重散乱の影響を受けるために長距離伝搬させることが困難である。そのためしばしばこの領域での伝搬光の記述や制御がシミュレーションや実験によって試みられている⁽¹⁾。つまり、ランダム媒質中で光を高効率に長距離伝搬させる技術を確認することは新たな光センシング技術の開発に役立つ。一方で、円環状の強度分布を持つ環状光は大気中を長距離伝搬することにより中心に細く強いピークをもつ非回折光へ変化することが知られている。また、先行研究では環状光をランダム媒質中で伝搬させることで数十 cm という近距離で非回折光へ変化することを確認している⁽²⁾。本研究では先行研究をもとに入射光の条件を変化させ、ランダム媒質中を伝搬する環状光の透過光特性と入射条件の関係性について調べた。

2.実験手法

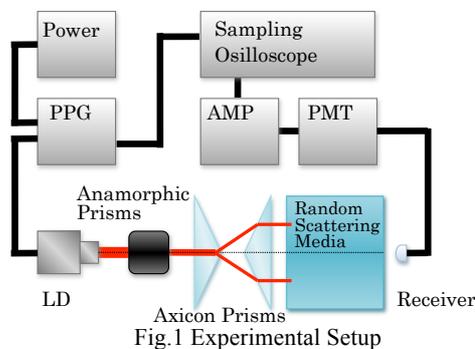


Fig.1 に実験装置の概略図を示す。光源には波長 660nm 尖頭出力 250mW の LD を使用し、パルス幅 10ns または 20ns のパルス光にして発振している。LD から出た光はアナモルフィックプリズムで円形のガウス強度分布へ変換し、アキシコンプリズム対で環状光にして牛乳を希釈したランダム媒質中を 20cm 伝搬させた。受光部は受光レンズとマルチモードファイバによって構成することで視野角を 5mrad と狭くし、透過光のうち準直進成分のみを受光した。実験は入射する環状光の直径を 2.0cm~4.8cm で変化させながら行った。これはランダム媒質の濃度によって最適な伝搬条件や透過光の特性に違いが現れるためで、その違いから非回折効果と入射光条件の関係について考察することがねらいである。具体的には透過光のピーク強度、面積強度、伝搬時間について計測と考察を行った。

3.結果と考察

Fig.2(a)ではランダム媒質濃度と透過光のピーク強度の関係を示している。0.55%以降で中心のピーク強度が輪郭のピーク強度よりも大きくなる非回折効果が現れていることがわかる。(b)では濃度と伝搬時間の関係について示している。0.5%以降で多重散乱の領域に入り、伝搬時間が伸びていることがわかる。(c)では 3 つの濃度について入射環状光の直径に対する中心光と環状光の強度比の関係を示している。濃度によって非回折効果による中心光強度の大きさと現れるビーム径が異なる様子がわかる。つまり、濃度が高いほど小さなビーム径で非回折効果が大きくなるという傾向がある。(d)では透過光の強度を透過した光の時間軸上で波形全体の大きさを評価し、非回折効果が大きく現れている箇所についてピーク強度の結果と比較した。ピーク強度比で比べると 0.9%で非常に強い効果がみられるが、面積比でみると高濃度ほどその影響力は大きい。これは高濃度ほど散乱が増え時間の遅れた光が非回折効果に寄与するためと考えられる。

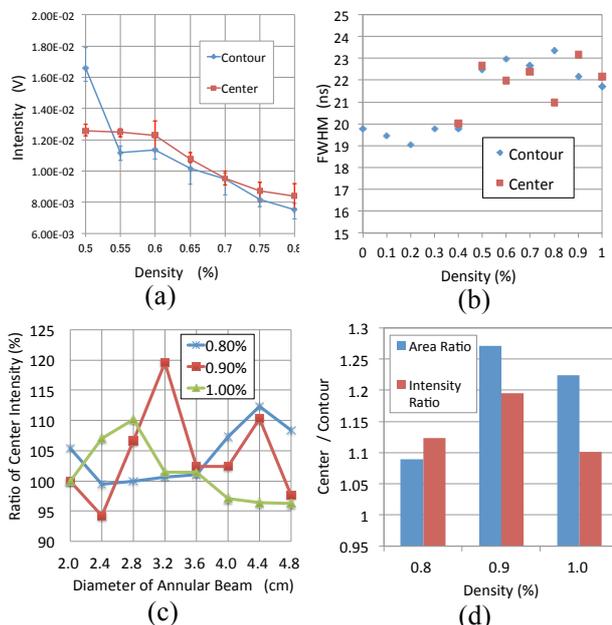


Fig.2 Propagation Results. (a) transmitted intensity against density of random media (b) FWHM of main peak against density (c) intensity ratio for each size of incident beam (d) area ratio and intensity ratio of main peak

参考文献

- (1) Hector O.Di Rocco "Modeling transition diffusive nondiffusive transport in a turbid media and application to time-resolved reflectance", Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 120, 16-22, 2013
- (2) Ziqi Peng, Tatsuo Shiina "Analysis of annular light propagation characteristics in random media", SPIE Asia Communications and Photonics 2011, Vol. 8311, pp. 831108-1-6, 2011