

岩本拓也<sup>1</sup> 羅恩<sup>2</sup> 彭梓齐<sup>2</sup> 椎名達雄<sup>1</sup>

Takuya Iwamoto, Luo En, Peng Ziqi and Tatsuo Shiina

1 千葉大学<sup>1</sup> 融合科学研究科 2 千葉大学<sup>2</sup> 工学部

1 Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

2 Faculty of Engineering, Chiba University

**Abstract**

We evaluated propagation characteristics of pulsed annular beam through a random media. We used the Low fat milk (milk fat : 1.8%,  $1.0 \mu m \phi$ ) as the random media. We examined transmittance of pulsed annular beam in the random media. As a result, we confirmed that there was slow decrease in a central part of the annular beam in comparison with the decrease in other part of the annular beam.

**1.はじめに**

可視光はX線と違い生体中や雲中といったランダム媒質中において強く散乱される。そのため、光がランダム媒質中を長距離伝搬することは容易ではない。光の送受信方法を変えることでランダム媒質中を長距離伝搬させる技術を確認させることは、センシング範囲の拡大につながる。本研究では、環状光が長距離伝搬に伴い非回折光となる原理[1]を利用して環状光の散乱媒質内での伝搬特性を評価する。これまで0.6%~0.8%の媒質濃度域では、環状光の中央部の散乱光強度が周囲よりも強くなる現象を確認した。ここでは、パルス化した光源を利用することによる、時間的に多重散乱光成分を除いた環状光の中央部分の光線の増強とその評価を行った。

**2.実験光学系**

実験には散乱媒質として乳脂肪 1.8%(粒子径  $1 \mu m \Phi$ )の牛乳希薄液を  $20 \times 20 \times 20cm$  の水槽内に満たしたものをを用いた。実験には強度 230mW、波長 660nm の半導体レーザーをパルス化(パルス幅 10ns,Duty 比 1%)して用いた。また、半導体レーザーからの出射光は新円ではないため光ファイバーを用いてカップリングしている(カップリング効率 50%)。ファイバから出た出射光はアキシコンレンズによって任意のサイズおよび環厚の環状光に変換されランダム媒質に入射される。

散乱媒質を透過してきた光は、散乱によって進行方向を様々に変えられた光の成分と、殆んど散乱の影響を受けていない準直進光の成分からなる。焦点距離 4.5mm のレンズとコア径  $50 \mu m$  マルチモード光ファイバの組み合わせから構成されるファイバカップリング光学系により受光部は視野が直径約  $1mm \phi$ 、視野角は片側  $5.5mrad$  とし、散乱媒質からの光のうち準直進光のみを選択的に受光している。

散乱媒質を散乱されずに直進してきた光は強度が指数関数的に減衰するため[2]、微弱光を計測することになる。本研究では PMT に作成した 1296 倍、150MHz のアンプを取り付けることで計測範囲を拡大した。計測は 50GHz のサンプリングオシロを利用した。

実験では、高濃度域になるほどノイズが計測結果に影響を与える。本研究では電源を安定化させノイズの影響を最小限にとどめる工夫をした。測定データの積算回数は 4096 回、ノイズのみの計測を行い波形から差分をとる、ならびに複数回の計測による平均化を行っている。

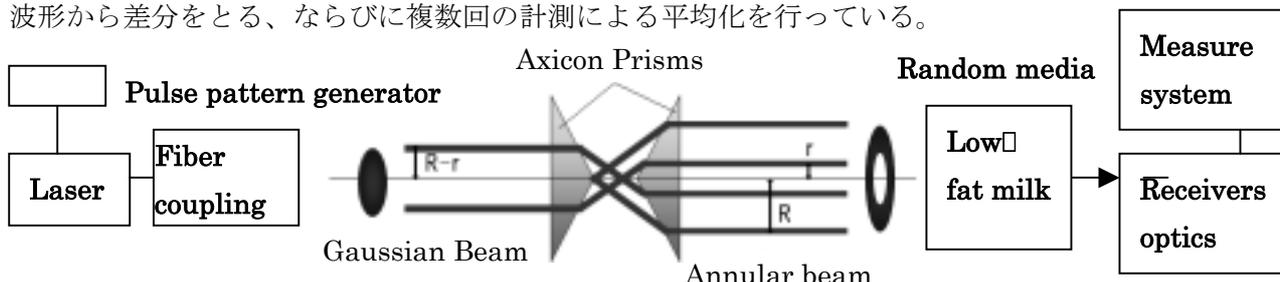


Fig.1 Experimental setup

## ランダム媒質中における環状光の強度変化

□ CW における実験において、濃度 0.8% 付近において、20cm の水槽透過後の環状光の中心部の強度が強くなることが確認されていた[3](Fig.2)。今回は、パルス化した環状光を利用して 20cm の牛乳希薄液を透過後の中心部と周辺部の強度の推移を観察した。環状光は 4cm のものを用いた。これは Fig.2 の入射環状光と同様のものである。

□ 計測の結果を Fig.3 に示す。中心部では低濃度域において強度はピークに達するが、これは本来中心にない準直進光成分が低濃度から観測されたことを意味する。そして、その減衰率は環状光外環部の減衰率と比べ穏やかであった(Fig.3)。また、0.6□ 0.8% の範囲の濃度において強度が外環部に比べ強くなっている。CW における実験では中心部の強度が外環部に比べ 10% ほど大きくなっていった。今回の実験では 10ns のパルス光を利用したが 0.7% では外環部に比べ 40% 近く突出した結果となった。

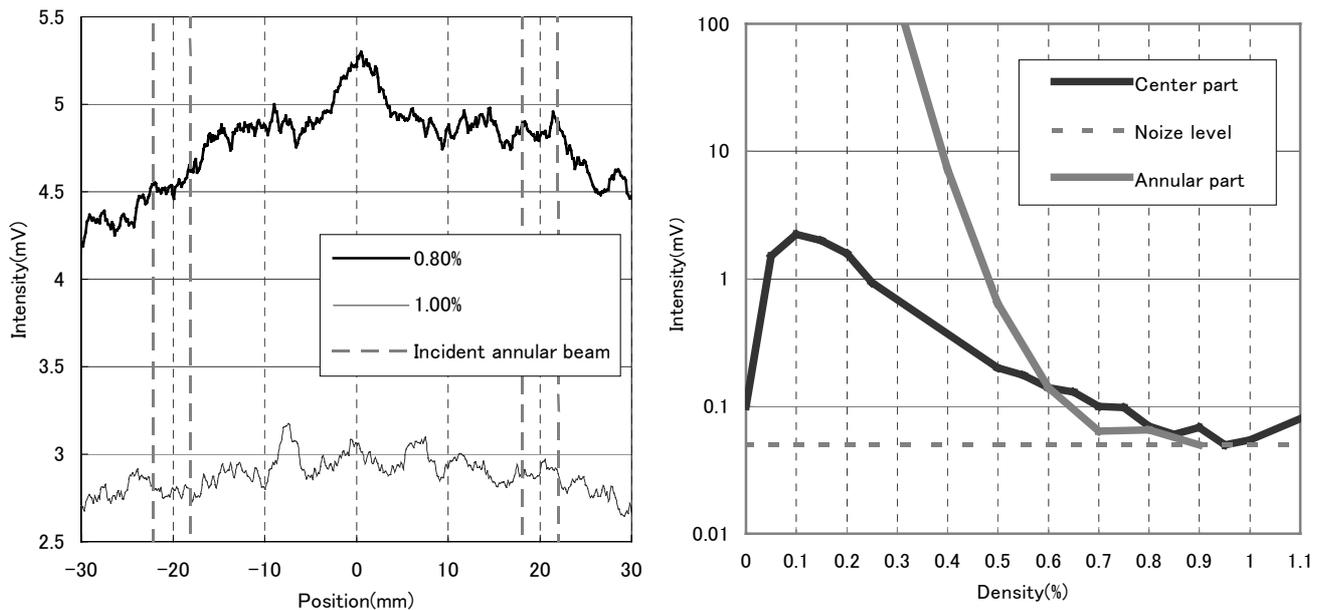


Fig.2 Change of center part of annular beam. □ □ □ Fig.3 Change of transmitted intensity.

## 4.まとめ

□ 今回の実験により、牛乳濃度 0.6%□ 0.8% の範囲で中心部の強度が周辺部に比べて強くなっていくことが確認できた。この結果は環状光が散乱媒質内で散乱の影響を受けながら中心部に強度を持たせていく過程を表している。これまで CW の中心光の波形からこのピークは干渉による効果であることを確認している。従って、パルス光の実験で中心光強度が強くなったのはパルス化による多重散乱の影響がなくなり干渉効果が強まったためと考えられる。しかし、今回の実験では 0.8% 付近からノイズに埋もれてしまいこれ以降の高濃度での検証ができなかった。今後はパルス光の強度を強くするなどして対策をする必要がある。また、環状光のサイズおよびパルス幅を変えることによる中心部の強度と外環部の強度の変化なども見ていく予定である。

## 参考文献

- [1] T. Shiina, M. Ito, and Y. Okamura, "Nearly Non-Diffractive Beam for Lidar Application", Proceeding of SPIE Laser System Technology, Vol. 5087, pp.115-123, 2003.
- [2] 柘植陽介, 椎名達雄, 本田捷夫 “波面変化に伴う伝搬光のランダム媒質内光透過特性の評価”, 第 53 回応用物理学会 □ 講演予稿集, p.1194, 2006.
- [3] 椎名達雄, 柘植陽介, 本田捷夫 “ランダム媒質中における高効率・高分解光伝搬”, 第 40 回光波センシング技術研究会 □ 講演論文集, p.177~182, 2007