

フェムト秒レーザーによる多光子吸収過程を用いた生物由来エアロゾルの遠隔検知
Standoff detection of biological aerosol by multi-photon absorption process using a fs laser

¹伊澤 淳、²横澤 剛、¹倉田孝男、¹松永 易、³染川智弘、⁴眞子直弘、⁴久世宏明
J. Izawa, T. Yokozawa, T. Kurata, Y. Matsunaga, T. Somekawa, N. Manago, and H. Kuze

¹(株)IHI、²(株)INC エンジニアリング、

³(公財)レーザー技術総合研究所、⁴千葉大学環境リモートセンシング研究センター

¹IHI Corporation, ²INC Engineering Co., Ltd.

³Institute for Laser Technology

⁴Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University

Abstract :

Multi-photon absorption process based on a fs pulse laser can be applied for the stand-off detection of aerosol particles in the atmosphere. Here we report a laboratory experiment in which riboflavin aerosols are illuminated with 100 fs laser pulses at 800 nm wavelength. At the stand-off distance of 10 m, multi-photon excited fluorescence signals are observed with a detection system consisting of a 20 cm diameter telescope and a spectrometer equipped with an ICCD camera.

1. はじめに

物質の光吸収に起因する蛍光スペクトルは、対象物質の分子構造を反映するため、生物由来物質のような構成元素が類似の有機物の識別に有効である。さらに、フェムト秒レーザーなどの高いピーク強度のレーザー照射時に見られる多光子吸収過程を用いることにより、レーザー光よりも短い波長の蛍光を得ることも可能であり、過程を適切に選定することによりレーザー装置、大気伝搬特性、蛍光特性のそれぞれに有効な波長を選定することができる¹⁾。我々は近赤外フェムト秒レーザーを用いた多光子吸収過程に基づく蛍光ライダーによるエアロゾルのスタンドオフ計測システムを検討している²⁾。このシステムの原理実証と基礎パラメータの取得を目的として、高出力フェムト秒レーザーを用いた多光子吸収-蛍光過程(nPEF)による生物由来エアロゾルの蛍光計測を行ったので報告する。

2. 試験概要

図1に実験装置の概要を示す。多光子蛍光の光源として、fs-Ti:sapphire レーザ（中心波長 800 nm、パルス幅 100 fs、最大エネルギー30 mJ、繰り返し周波数 10 Hz）を用いている。レーザー光は焦点距離 5 m の凸レンズにより約 10 m 先に集光している。集光点にはエアロゾルジェネレータにより、生物由

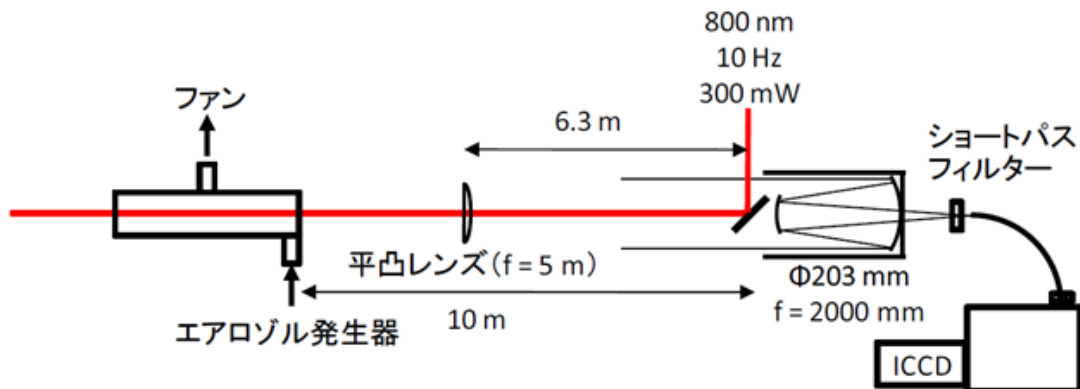


Fig.1 Experimental setup

来物質（トリプトファン、リボフラビン、NAD）水溶液のエアロゾルを噴霧させている。エアロゾルはアクリルパイプ（内径φ100 mm、長さ2 m）の終端部に噴霧し、中央部分から吸引することにより安定した濃度と噴霧ボリュームを形成している。エアロゾルによる多光子吸収過程により発生した紫外～可視の蛍光は、レーザ照射部付近に設置したカセグレン型望遠鏡（φ200 mm）にて集光し、バンドルファイバー（バンドル径φ1 mm）を介して ICCD カメラ付分光器にて分光計測を行っている。信号強度増大のため、分光器の波長分解能を約 7 nm 程度に設定した。

3. 試験結果

図2はリボフラビンにおける蛍光スペクトルである。波長 400 nm 付近と、550 nm 付近にピークを持っている。各々のピークはエアロゾル噴霧のジェット数（エアロゾル濃度に比例）に対して依存性を持っており、このスペクトルがリボフラビン由来であることを示している。また、波長 550 nm 付近のスペクトルについては、他の試験結果と比較しても妥当な結果である。その他のサンプルの結果等、詳細については当日の講演にて報告する。

4. まとめ

我々はフェムト秒パルスレーザを用いた多光子吸収過程に基づく遠隔エアロゾル検知システムの検討を行っている。その一環としてフェムト秒レーザによる生物由来物質エアロゾルのスタンドオフ検知の実験を行い、距離約 10 m における信号の遠隔検知に成功した。今後は計測条件の最適化を進め、システム化を想定した検知能力の見積りに反映させる予定である。

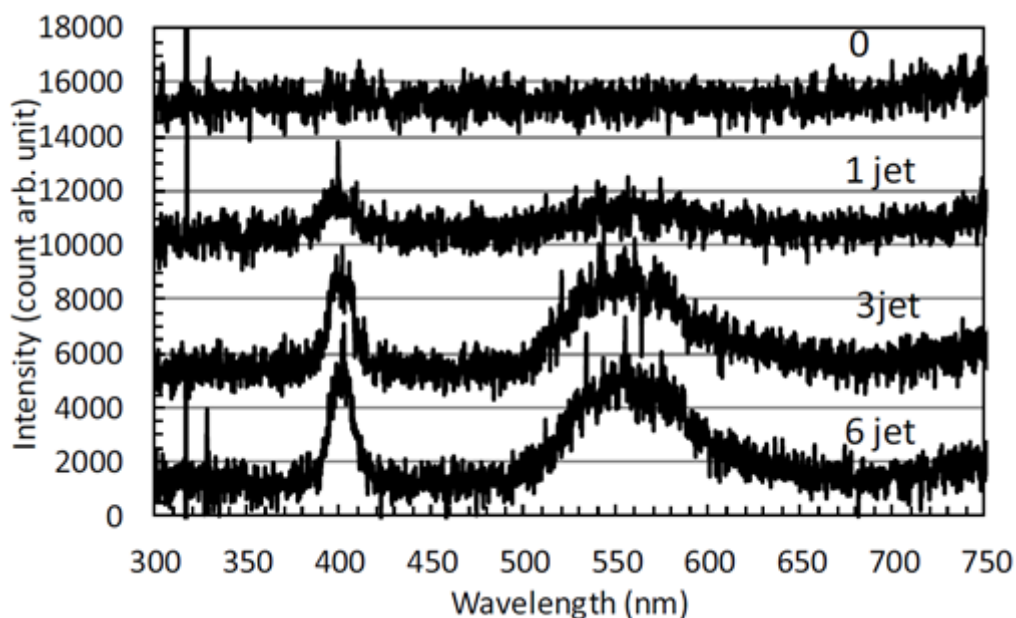


Fig.2 nPEF spectrum of riboflavin excited with a fs-Ti:sapphire laser

参考文献

- 1) G. Mejean *et al.*, Appl. Phys. B 78 (2004) 535.
- 2) 横澤他；第 31 回レーザセンシングシンポジウムにて発表予定。