

# 大気エアロゾル観測のための蛍光スペクトルライダーの開発

Development of laser induced fluorescence spectrum (LIFS) Lidar for various aerosol monitoring

笠井拓明<sup>1</sup>, 高玉篤志<sup>2</sup>, 小川太一<sup>1</sup>, 大谷武志<sup>1</sup>, 小林一樹<sup>2</sup>, 斉藤保典<sup>1</sup>

Hiroaki Kasai<sup>1</sup>, Atsushi Takatama<sup>2</sup>, Taichi Ogawa<sup>1</sup>,  
Takeshi Ohtani<sup>1</sup>, Kazuki Kobayashi<sup>2</sup>, Yasunori Saito<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学工学部, <sup>2</sup>信州大学大学院工学系研究科

<sup>1</sup>Faculty of Engineering, Shinshu University,

<sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

**Abstract:** In this paper, we report laser-induced fluorescence spectrum (LIFS) lidars. Two LIFS lidars have been developed, which are 1) an aerosol LIFS lidar for regular-basis atmospheric monitoring and 2) a mobile LIFS lidar for multi-purpose use with a vehicle. They feature an UV(355 nm) laser and a gated intensified CCD array detector. A spectrometer with the gated detector made possible range-resolved detection of the entire visible fluorescence spectrum. Appearance of fluorescence signal in the lower atmosphere and pollen detection are shown.

## 1 はじめに

人間が生活する領域を生活圏とすると, その環境変化はたとえ微弱なものであっても, 我々に大きな影響を及ぼす可能性がある. 近年, 人体に影響があるとされる黄砂などの鉱物, 花粉や細菌などの生物起源物質, 人為起源の有機化学物質などが我々の生活圏に飛来・浮遊しており, 生活環境への影響が注目・懸念され, 各分野で研究されている<sup>1)2)</sup>. 有機物質やバイオエアロゾルは紫外線照射に対して蛍光を発するものが多いことから, 本研究ではレーザー誘起蛍光(LIF: Laser Induced Fluorescence)法を用いて大気エアロゾルからの蛍光スペクトルを取得し, 飛散情報やエアロゾル情報を把握することを目的とした蛍光スペクトル計測ライダー(LIFS Lidar: Laser-induced Fluorescence Spectrum Lidar)<sup>3)</sup>を開発した. LIFSライダーシステムと観測した大気の蛍光スペクトル結果について報告する.

## 2 蛍光スペクトル計測(LIFS)ライダー

本研究では 1) 定期大気観測用のエアロゾル LIFS ライダーと 2) 多目的車載型 LIFS ライダーを開発した. Fig.1 にそれぞれのシステムの概要を示す. 1) では高出力の Nd:YAG レーザ (355 nm, 50 mJ, 6 ns, 10 Hz) を使用し, 望遠鏡も大型のシュミットカセグレン型望遠鏡 (φ 355 mm) を用いた. 2) では持運びに簡便な小型の Nd:YAG レーザ (355 nm, 10 mJ, 6 ns, 10 Hz) を使用し, 望遠鏡も小型 (φ 254 mm) のものを使用した. また蛍光のスペクトル形状を計測するための検出器である, ゲート機能付きイメージンシファイアを搭載したマルチチャンネル分光検出器 (検出波長域 200-860 nm, 分解能 > 3 nm) と信号処理系のディレイジェネレータは共通である.

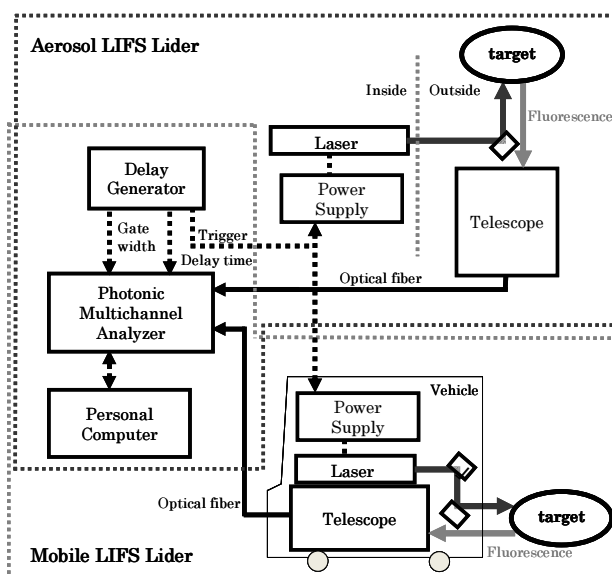


Fig. 1 Two different LIFS Lidar systems

## 3 大気観測例

### 3.1 通常大気観測

エアロゾル LIFS ライダーを用いて大気観測を行った. 測定場所は信州大学工学部で, 望遠鏡以外は屋内に配置されている. レーザを上空に照射し, 望遠鏡で集光した光を分光器により計測した. 測定条件として検出器のゲート幅を 100 ns (距離分解能 15 m) に設定し, ゲートを時間的に変化させることで距離情報を取得した.

Fig.2 に 2009 年 11 月 9 日の大気観測実験結果を示す. この図より, 高度 105 m において波長 470 nm

付近に特徴的なスペクトルの変化が見られた。このときのレーザによる散乱光が他高度に比べて強く、また形状も異なることから、高度 105 m に層状のエアロゾルが存在したものと考えられる。波長 470 nm 付近のスペクトルの起源については判明していないが、何らかの有機物質であることが推測された。そこで、このようなエアロゾルは降雨時に雨水中に捕獲されると考え、雨水蛍光の取得実験を行った。Fig.3 に分光蛍光光度計(株式会社日立ハイテクノロジーズ, F-2500)を用いて測定した雨水の蛍光スペクトルを示す。波長 403 nm の水のラマン散乱と、波長 450 nm 付近を中心にスペクトル幅の広い蛍光スペクトルを検出した。雨の降り始めと終わりでは蛍光スペクトルの面積比が 5 倍であったことから、降り始めの雨には大気中に含まれていた蛍光性のエアロゾル物質が多く含まれていたことが考えられる。Fig.2 の高度 105 m での蛍光スペクトルの原因のひとつと考えられる。

### 3.2 大気浮遊花粉観測

車載型 LIFS ライダーを用いてスギ林での大気観測を行った。Fig.4 に測定結果を示す。この図より、波長 460 nm をピークに持つ蛍光スペクトルが検出された。その起源を検討するため、蛍光スペクトルの比較対象として分光蛍光光度計を用いて様々な花粉の蛍光を蓄積している花粉データベース<sup>4)</sup>を参照したところ、同様のスペクトルとしてスギ花粉の蛍光スペクトルが見つかった (Fig.4 Reference)。このことと、観測場所を考慮してスギ花粉の蛍光スペクトルが検出されたと考えている。

## 4 まとめ

LIFS ライダーにより、大気中に存在するエアロゾルからの蛍光を検出することに成功した。現在、定常時観測が可能な自動観測 LIFS ライダーの構築を進めている。

### 参考文献

- 1) Y. Iwasaka et al., *Air Qual. Atmos. Health*, 2, 29-38, (2009).
- 2) S. C. Hill et al., *Field Anal. Chem. Technol.*, 3, 221-239. (1999).
- 3) 高玉他, 蛍光スペクトルライダーによる大気中のバイオ・有機エアロゾル検出の可能性, H-2, 第 28 回レーザーセンシングシンポジウム, (2010).
- 4) 森下他, 飛散花粉の検出を目的とした蛍光ライダーシステムの基礎実験, B-4, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム, (2007).

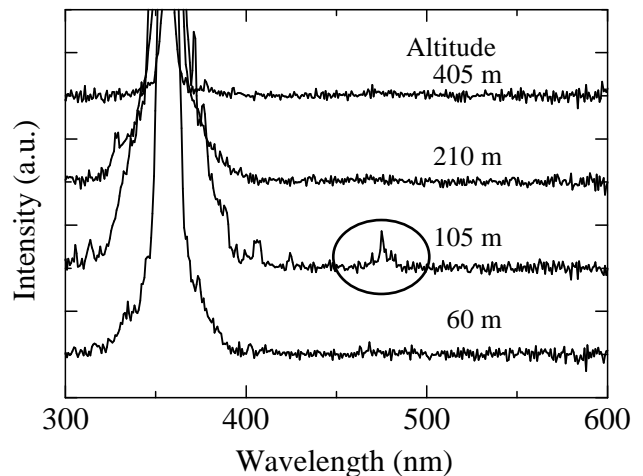


Fig. 2 Range-resolved fluorescence spectrum of the atmosphere detected by the aerosol LIFS Lidar.

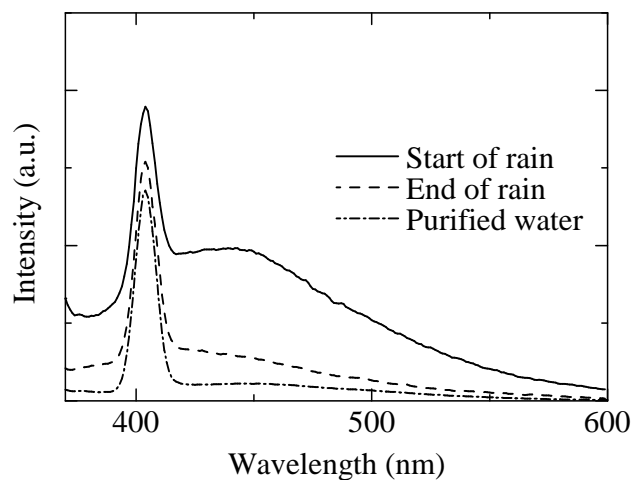


Fig. 3 Fluorescence spectrum of rain water

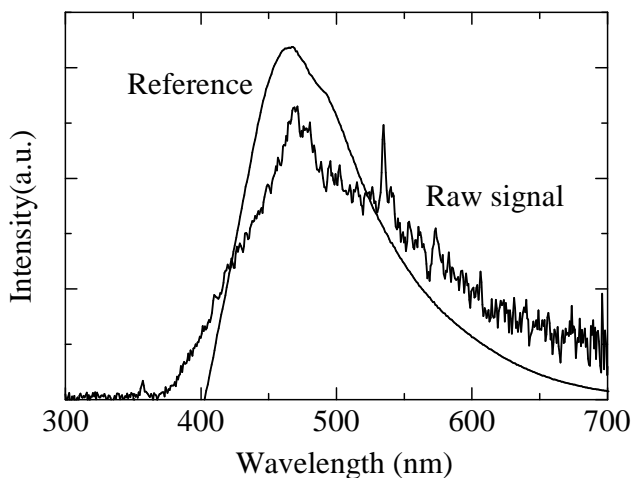


Fig. 4 Comparison of raw signal detected by the mobile LIFS Lidar and fluorescence spectrum of Japanese cedar pollen (reference) monitored by a spectrometer.