

分光型ライダーの農業分野への利用法提案

齊藤 保典¹, 椎名 達雄², 染川 智弘³, 矢吹 正教⁴, 平藤 雅之⁵

¹信州大学学術研究院工学系 (〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1)

²千葉大学融合科学研究科 (〒263-8522 千葉県稲毛区弥生町 1-33)

³レーザー技術総合研究所 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-6)

⁴京都大学生存圏研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

⁵東京大学大学院農学生命科学研究科 (〒188-0002 東京都西東京市緑町 1-1-1)

Proposal for Utilization of Spectroscopic (SPEC) Lidar in Agricultural Field

Yasunori SAITO¹, Tatsuo SHIINA², Toshihiro SOMEKAWA³, Masanori YABUKI⁴,
and Masayuki HIRAFUJI⁵

¹Shinshu Univ., 4-17-1 Wakasato, Nagano, Nagano 380-8553

²Chiba Univ., 1-33 Yayoicho, Inageku,, Chiba 263-8522

³Institute for Laser Technology, 2-6 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

⁴Kyoto Univ., Gokesho, Uji, Kyoto 611-0011

⁵Tokyo Univ., 1-1-1 Midoricho, Nishitokyo, Tokyo 188-0002

Abstract: Spectroscopic (SPEC) lidar with fluorescence, laser-breakdown and Raman spectroscopy will be quite powerful tool for research to study the connection among natural environments and human life/activity. The typical example is agriculture. The weather conditions have a great impact on plants growth, agricultural products is essential for our daily life, and vgetables/flowers/fruit trees need human assists for their good growth. This presentation propose and discuss the utilization of SPEC lidar for agricultural applications. The SPEC lidar can be used for monitoring plant growth status, weather, soil composition, and others . And also, we discuss an eco-friendly LED lidar that is useful for the field.

Key Words: Spectroscopic lidar, fluorescence, laser-breakdown, Raman, agriculture

1. はじめに

ライダーは大気や海洋環計測に多く用いられユニークなデータを提供してきた。一方、植物・生物等の生態系と人間生活との関わり合いや相互影響の調査に用いられた例は非常に少ない。

本報告では、これらの事例として「農業」を取り上げ、分光型ライダーである蛍光ライダー、レーザー誘起ブレイクダウンライダー、ラマンライダーの農業分野での利用法を検討する。

2. 分光型ライダーの現状

2.1 蛍光 (LIFS) ライダー (信州大)

紫外光照射に対して得られる蛍光スペクトルを解析することで有機物の種類同定や濃度計測が可能である。図 1 に蛍光ライダーで得られたケヤキ生葉の蛍光スペクトルを示す。生育状況に応じてスペクトル形状が異なることがわかる。

2.2 レーザー誘起ブレイクダウン (LIBS) ライダー (レーザー総研)

成長必須分子・光合成二次産物蛍光 クロロフィルa 分子蛍光

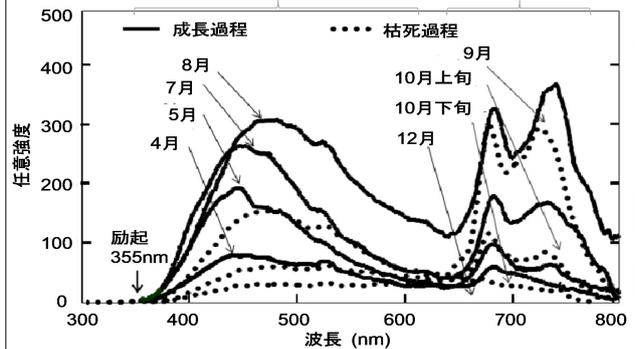


Fig. 1 Fluorescence spectrum from Zelkova-tree leaves growing at a distance of 20 m.

レーザーアブレーションにより発する線スペクトルから元素成分の同定ができる。図 2 は LIBS ライダーによるコンクリートからの発光スペクトル検出例である。汚染が強い個所からの塩由来 Na 元素の発光強度の増大がみられた。

2.3 ラマンライダー (京大/英弘精機)

ラマン散乱は入射波長とは異なる波長に現れ

る散乱光で物質同定に用いられる。図3にラマンライダー観測により得られた大気中水蒸気混合比の高度分布を示す。前線通過による大気境界層内の水蒸気混合比の急激な変化が捕えられた。

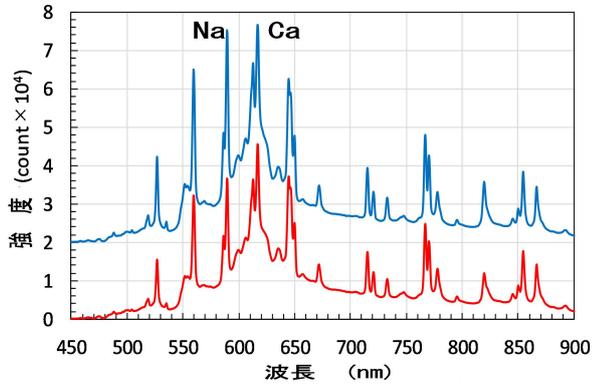


Fig. 2 LIBS spectrum from concrete surface located at a distance of 5 m.

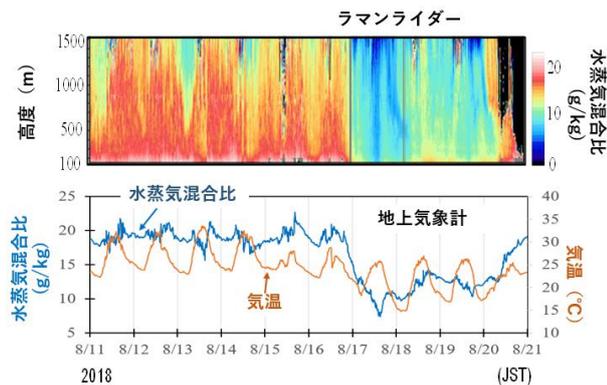


Fig. 3 Observation of water vapor from August 11 to 20, 2018: Raman lidar result (upper) and AWS result (lower).

2.4 LED エコライダー (千葉大)

上記ライダーは大きさ、重量、電源容量の点で農場現場で利用するにはやや難がある。解決策としてLEDを光源とするエコライダーの利用を検討している。

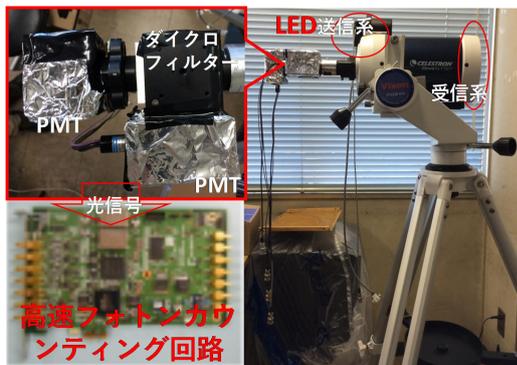


Fig. 4 Photograph of LED lidar.

3. 農業分野への利用法

分光型ライダー農業利用の概念を図5に示す。

図1は光合成に関する情報を含み、光合成速度の計測例もある。環境配慮の観点で、プラスチック農業資材や不法投棄の調査に向けた蛍光ライダーの利用も検討している³⁾。津波や塩類集積による塩害⁴⁾や土壌中の肥料要素に対しては、図2の結果がそのまま利用できる。図3の結果からは、植物群落の蒸散速度の計測や地形等による蒸散量の違いなどの計測⁵⁾が可能と考えられる。

ライダーをタワー等に設置することで広域の詳細なデータ収集が可能となる。また、歩行者が少ない農村部では車の無人運転がいち早く実現する可能性が高く、無人走行車にエコライダーを搭載することでタワーから見えないエリアのデータ収集も可能となる。

残念ながら現行のスマート農業では有効なセンシング手法の欠如のため、植物の生育情報がほとんど得られていない。ライダーはこのボトルネックを解決する手法となることが期待される。

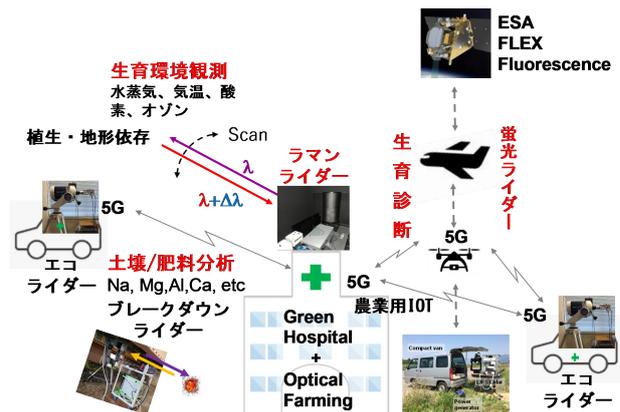


Fig. 5 Application of spectroscopic lidar to agricultural field.

4. おわりに

分光型ライダーの現状から農業分野への利用を提案した。実利用に関して解決すべき多くの課題があるもののその可能性を追求していきたい。

謝辞

京都大学MU共同研究および高橋経済研究財団からの助成を受けて実施されている。

参考文献

- 1) M. Brydegaard and S.Svanberg, Laser Photonics Rev, 1800135, 2018.
- 2) 齊藤 保典, 計測と制御 59, 331-335, 2010.
- 3) Y. Saito, OSA Optical Sensors and Sensing Congress (22-26 June 2020), Etu4E.3.
- 4) 近藤 他, 農業および園芸 87, 156-161, 2012.
- 5) W. Eichinger et al., Agric. For. Meteorol. 105, 145-159, 2000.