

265 nm LED ミニライダーによる近距離悪天候大気の観測

川上 康之¹, 池田 拓未¹, 椎名 達雄²

¹スタンレー電気株式会社 (〒257-8555 神奈川県秦野市曾屋 400)

²千葉大学 大学院工学研究院 (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)

Atmosphere Measurements under Adverse Weather Conditions by using 265 nm LED mini-lidar

Yasuyuki KAWAKAMI¹, Takumi IKEDA¹, and Tatsuo SHIINA²

¹Stanley Electric Co., Ltd., 400 Soya, Hadano-shi, Kanagawa 257-8555

²Graduate School of Engineering, Chiba Univ., 1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba 263-8522

Abstract: To measure the low and surface atmosphere even during the daytime, we have developed a short range mini-lidar using a deep ultraviolet LED with peak wavelength of 265 nm. Because sunlight falling on the ground does not contain light near 265 nm, the atmosphere can be observed with this mini-lidar. This LED mini-lidar have a deep ultraviolet LED with a peak power of 50 mW and a repetition rate of 1 MHz. It can observe atmospheric echoes up to 100 m in the open air during the daytime. We clearly observed rainfall amount with this lidar in accordance with transmittance meter. We measured time variations of fog flow and its shading of density. On-site observations of the low and surface atmosphere were carried with this 265 nm LED mini-lidar. Their airflow dynamics and activities are discussed.

Key Words: LED, lidar

1. はじめに

大気を観測するために多くのライダーが開発されている。これらは高エネルギーのレーザービームを対象物に照射して、後方散乱光を受信する¹⁾。これらのライダーは数キロメートルといった遠くの対象を観測することはできるが、近距離の対象を観測することはできない。また、人が運ぶには重すぎ、必要な時に直ぐ観測することができない。地上付近の大気は地上が不均一であるために、速く、複雑に流動する。特に日中は太陽光の熱により地上付近の大気が暖められ、上昇気流が発生し局所的に早く流動する。人や車が行きかうような場所では、大気の流動がこれらの動きにより攪乱される。これらの近距離における大気状況を観測し運転手に知らせることができれば、安全で確実な交通インフラを構築できる。そこで我々は日中においても地上付近の大気を観察するための265 nm LEDを用いたミニライダーを開発した。地上に降り注ぐ太陽光はオゾン層による吸収のために深紫外光を含んでいないため、265 nm LEDを使ったミニライダーは出力が小さくても日中において大気を観測することができる。この265 nm LEDミニライダーを用いて、悪天候に見立てた人工的な雨や霧の観測を行ったので、これらを報告する。

2. 方法

図1と表1には265 nm LEDミニライダーの概略図と仕様を示す。このライダーには265 nm LED(ZEUBE265-2CA,スタンレー電気)を使用した。このLEDのピーク波長は265 nmであり、定格出力は440 mA、6.9 Vの連続駆動で50 mWである。このLEDをマルチバイブレータ回路によりパルス発光させた²⁾。パルス光のピーク強度は50 mW、パルス幅は10 nsec、繰返し周波数はとした。パルス駆動により、このLEDの出力が劣化しないことを確認した。

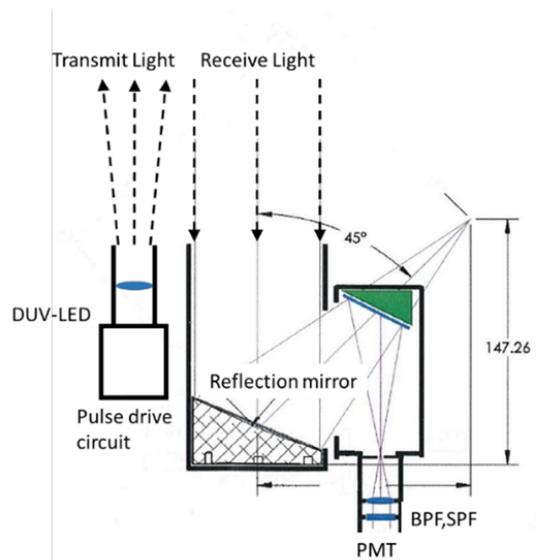


Figure 1. Schematic of 265 nm LED mini-lidar.

受信光学系は小型化するために、非軸反射鏡を使用した。この受信光学系では受光開口部に隠れてしまう部分がないため効率良く反射した光を受光することができる。非軸反射鏡、と折り返し反射鏡には、新しく設計した 265 nm 近傍の光を反射する誘電体ミラーを成膜した。また光電子増倍管の前には 265 nm のバンドパスフィルターと長い波長をカットするフィルターも設置した。これらにより、目的とする波長以外の光を OD6 以上抑制した。近距離観測において十分な SN 比を得るために、LED 送信光学系の放射角は 50 mrad とした。この設計により送信光学系と受信光学系のアライメントが簡単となり、現場での使用が簡単となった。受信した光は光電子増倍管 (H10721P-113, 浜松ホトニクス) で受け、光子の数を高速フォトンカウンター (Photon Tracker II, トリマティス) により計測した³⁾。開発した 265 nm ミニライダーのサイズは長さ 160 mm、幅 150 mm、高さ 150 mm であり、重量は 1.6 kg であった。このミニライダーは手で運ぶために十分小型である。また消費電力が小さいため DC バッテリーでの駆動も可能である。

3. 結果、考察

人工雨と人口霧の実験は弊社の実験施設である「ライトトンネル」(神奈川県秦野市)で行った。長さは 100 m あり 10 m の高さの天井に 5 m の間隔で人工雨、人口霧を発生させるためのノズルが設置されている。人工雨は 30 mm/hr、50 mm/hr、80 mm/hr と変化させることができる。また人工霧は視程 10 m 以下まで設定できる。図 2 は人口雨を降らせた場合のライダー信号である。人工雨の降水量を 30 mm/hr、50 mm/hr、80 mm/hr と増加させると、これに対応してライダー信号が大きくなるのが分かる。それぞれ別のライダー信号には周期的なピークが観察され、これらは 19 個のノズルに対応している。図 3 は 100 m 先の壁からのライダー信号から得られた消散係数と 100 m の距離におけるレーザー透過率計から求めた消散係数の関係を示している。これらは直線の関係となっており決定係数が 0.999 と良く相関していることが分かる。

図 4 は実験施設を霧で満たし、これを奥に設定した排気ファンにより排気した場合における霧の動きを示している。横軸は時間で縦軸は距離である。赤に近いほど強い信号となっている。100 m の位置には壁から反射する信号が見える。初期にはほぼ均一に霧が充満しているが、これが時間とともに後方に移動していることが分かる。○印の霧が矢印の方向に移動したとすると、概ね 8 m/min の速度で移動していることが分かる。

更に我々は現場での低い、地上近傍の大気の観測を行っている。これらの動力学などについても報告する。

参考文献

- 1) T. Shiina: MDPI Sensor, **19**(2019)
- 2) T. Shiina et al: 30th ILRC proceedings (2020)
- 3) T. Shiina et al: SPIE, 28 October (2016)

Table 1. Specification of 265 nm mini-lidar

Transmitter	Product	Stanley
	Wavelength	265 nm
	Optical Peak Power	50 mW
	Pulse Repetition Frequency	1 MHz
	Pulse Width	10 ns
	Beam Diameter	25 mmΦ
Receiver	Divergence	50 mrad
	Telescope Type	Reflecting
	Aperture	75 mmΦ
	Barrel Length	100 mm
	Field of View	3
	Detector	PMT

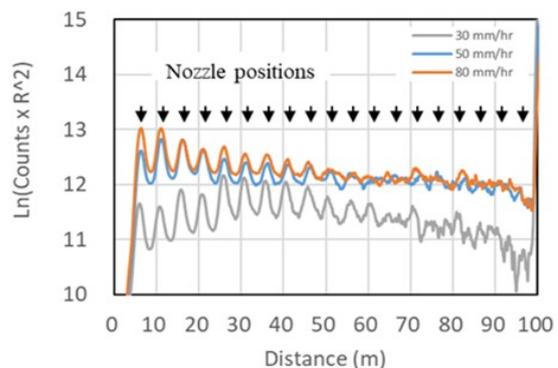


Figure 2. Lidar echoes of artificial rain.

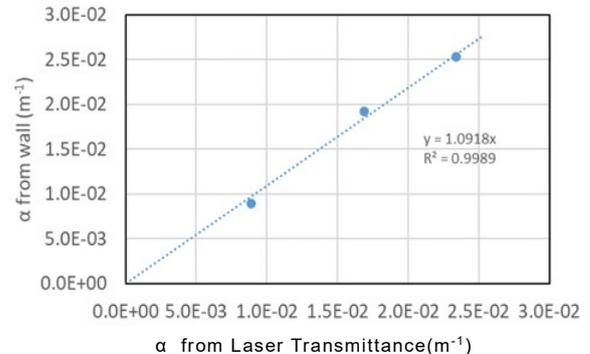


Figure 3. Extinction coefficient from transmittance meter and wall backscattering.

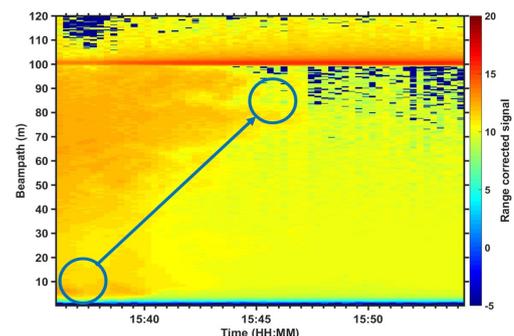


Figure 4. Measurement of fog movement.