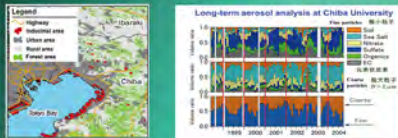


大気境界層におけるエアロゾル計測用多波長LEDライダーの開発

シャフケティ アリフ
千葉大学大学院工学研究院

背景

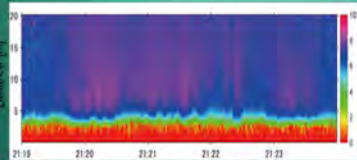
千葉のような臨海都市域において都市、内湾工場や海洋表面からのエアロゾルは、人の生活圏に近い大気境界層の環境に影響を与える¹⁾。ライダーシステムによるリモートセンシングは大気エアロゾルの分布状態の計測ができエアロゾルの光学特性の推定において有用な情報を提供する²⁾。



これまで、本研究では独自に開発したLEDライダーによって局所大気の静的インタラクションの可視化が実現できた^{3,4)}。



a) Fog activity during the observation period



b) Short period observation (5 mins)

本研究では、大気境界層におけるエアロゾルを計測ため、多波長化したLEDライダーを開発した。今回、次の内容について報告する。

1. 四波長でのLEDのパルス化
2. 多波長LEDライダーの組み立て
3. ハードターゲットの計測
4. 大気計測

REFERENCES

- 1) S. Fukagawa, H. Kuze, G. Bagtasa, S. Naito, M. Yabuki, T. Takamura and N. Takeuchi, Atmos. Environ. 40 2160 (2006).
- 2) A. Xiafukaiti, N. Lagrosas, P. M. Ong, N. Saitoh, T. Shiina, and H. Kuze, Appl. Opt. 59(26), 8014(2020).
- 3) T. Shiina, The Revue of Laser Engineering 48(11), 604 (2020).
- 4) T. Shiina, Sensors 19(3), 569 (2019).
- 5) J. Williams, Linear Technology Application Note 45, (1991).
- 6) J. Williams, Linear Technology Application Note 79, (1999).

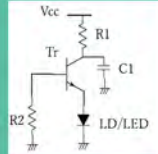
多波長LEDライダー

LED光源のパルス化

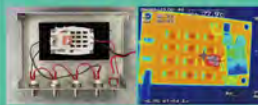
安全性と長寿命の動作をもつLED光源は、発光させなくても低温で発光効率が低下せず衝撃・振動に強いという特徴があり、ライダー送信光をLEDとしたことでレーザーよりも紫外から近赤外に渡る広い波長範囲を自由に選択できる。本研究では、LED光源をパルス化と多波長化し、地表面に近い表層大気を近距離、高分解能(0.15 m)かつ高速(0.2 s積算)で可視化させる。

メーカー	型番	中心波長 (nm)	出力 (mW @ 350 mA)
NICHIA	NCSU330C	365 nm (9 nm)	750 mW
ROITHNER	SMB1N-D450-02	450 nm (20 nm)	480 mW
ROITHNER	SMB1N-525V-02	525 nm (35 nm)	230 mW
ROITHNER	SMB1N-D630-02	630 nm (15 nm)	250 mW

送信部の回路では、トランジスタのAvalanche Breakdownによるパルス発振を採用した。Avalanche Breakdownは高い電圧を印加することで半導体中の自由電子を増加させる現象である。

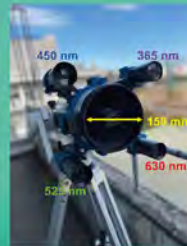
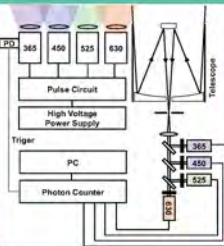


アルミ基板による高い信頼性



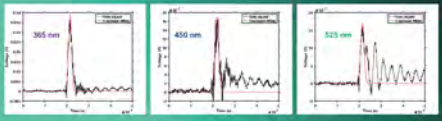
ライダーの設計

送信系が最適なコリメートになるため、異なる焦点距離のレンズとLED光源の組み合わせで 50 mrad のビーム広がりを得た。LEDライダーは送信光量が小さい (<10 nJ) ため、受光量は離散的なフォトンカウンタを500 kHzの高速繰り返し周波数に追従するマルチチャンネルケータラを開発しているため、コスタンカウンティング法⁵⁾を利用することで表層大気のエアロゾル動きを計測できる⁶⁾。



実測結果

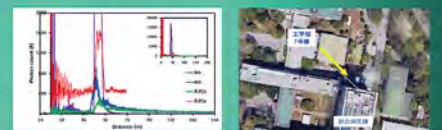
LEDのパルス特性



Wavelength (nm)	365	450	525	630
Pulse width (s)	5.55E-09	5.55E-09	5.55E-09	5.55E-09
Average power (mW)	13	12	3	7
Repetition rate (kHz)	650	650	850	850
Peak power (mW)	3005.76923	3328.45237	2218.83491	1941.56805

ハードターゲットの計測

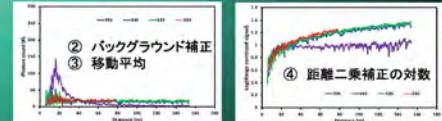
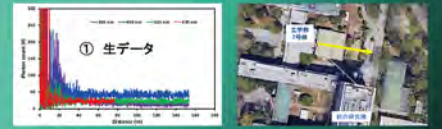
実験は工学部7号棟の4階(高度12m)で行い、工学系総合研究棟をハードターゲットとして計測を行った。



計測では、いずれの波長でも40 m付近で強い信号が得られ、これは建物による強い後方散乱光強度である。四波長の同時計測によりハードターゲットの検出が可能であった。

大気計測

実験は工学部7号棟の東方向の森林に向けて計測を行った。



計測では、365nmの波長だけ大気エコーが取得できた。パルス回路からLEDに繋ぐケーブルが長いと、Roithner製LEDのパルス強度が崩れた。ケーブルに電磁ノイズの除去、並びにパルス波形の出力への影響を軽減させることが課題である。