

# LED ミニライダーによるダストエコーの評価 Characterization of dust echo using LED mini LIDAR

千明倫之, 椎名達雄

Tomoyuki Chigira, Tatsuo Shiina

千葉大学大学院融合科学研究科

Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

## Abstract

We have developed a LED mini-lidar for the purpose of short range measurement about aerosol, dust and explosive gas. In this study, we evaluated dust measurements by using this LED lidar. Several dust detections were tried at the near distance of 12m. The results indicated the linear relationship between the fall amount of dust and the echo counts, and that count rate of dust echo depends on the dust size.

## 1,はじめに

イベントホール等の閉所内大気の流れや対流、産業廃棄ダスト、二酸化硫黄といった漏洩した汚染大気・ダスト・特殊ガスの計測技術としてライダー(Lidar: Light detection and ranging)が有効である。これまで使用されている吸引・接触型センサでは、分布を得るのに複数点計測が必要であり、広範囲での対応は難しい。これに対しライダーは、対象からの散乱光を遠隔で受光することで、ライダーと対象までの距離を求めるため、光路上での分布を容易に得られる。近距離計測には、瞳への安全性、コンパクトで持ち運びやすいこと、装置が故障しにくいこと、などの条件が求められる。また近距離の大気は動きが速いためその変化に追従できるような設計が必要である。本研究では瞳に安全で、放熱がいらぬ、そして素子が丈夫であるため高繰り返し可能な LED(Light emitting diode)に注目し、近距離計測用の LED ミニライダーを開発してきた[1]-[2]。

本研究ではこの開発した LED ミニライダーを用いてダストの計測を行い、その評価を行った。またダストの種類や大きさ、落下量に対するライダー信号の応答を検証した。

## 2,装置構成

Fig.1 に装置の構成、Table1 に仕様を示す。本 LED ライダーは送信、受信を単一の光学系で行うコアキシャル(同軸型)の光学系を採用しているが、穴のあいたミラーから送信光を射出し、レンズの焦点位置よりも内側に LED 光源を設置することで送信光と受信光の分離を実現している。計測対象による後方散乱光は穴あきミラーによって光軸に対して直角に反射され、PMT へと入射される。エコーの計測に際して、専用に開発されたフォトンカウンティング用のマルチチャンネルスケラーボード(トリマティス製)を用いた。500kHz 以上の高繰り返し可能なこのボードによって大気の急速な動きに追従した計測が可能である。本ライダーでは、PMT 用の高圧電源と LED パルスドライブ回路用の 2 つの電源でいずれも DC 電源で駆動ができる。本研究ではより遠くの距離(~400m)の大気、近距離の速い大気の変化を可視化するために出力を 100mW から 200mW、繰り返しを 100kHz から 380kHz に改良して計測を行っている。

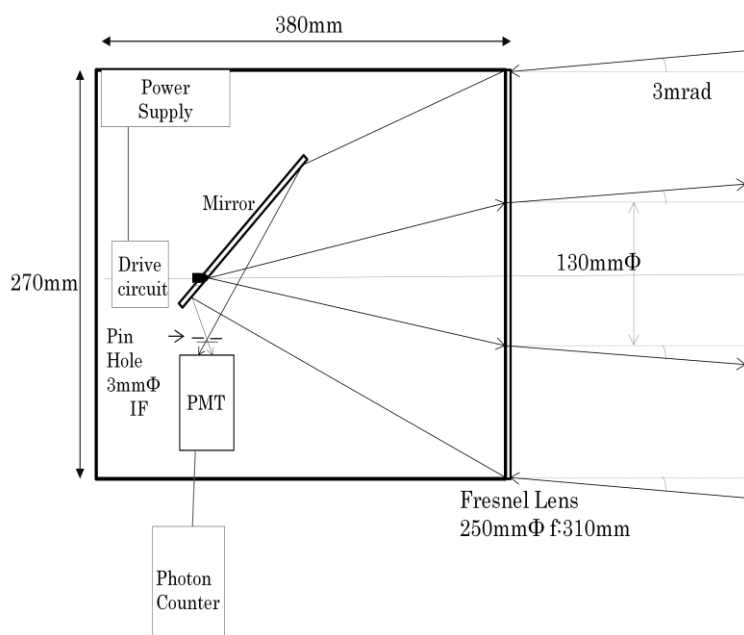


Table1 Lidar specification.

Transmitter	
Light source	LED
Wave length	392nm
Pulse width	10ns
Pulse power	200mW
Beam size	130mmφ
Beam divergence	3mrad
Reception rate	380kHz
Receiver	
Type	Fresnel Lens
Aperture	250mmφ
Focal Distance	310mm
Field Stop Aperture	1.8mmφ (FOV=3mrad)

Fig.1 Lidar system.

### 3.計測方法

LED ミニライダーを用いてダストの計測を行った。粒径が均一なサンプルとしてジルコニアビーズ  $ZrO$  ( $\phi$  0.3mm, 0.05mm)と、ダストとして酸化タングステン  $WO_2, WO_3$  を使用した。Fig.2 で示すように LED ライダーから 12m ほど離れたところで、簡易なチャンバーを設置し、その上から一定数の穴をあけた容器にダストを入れて振り落とすようにして散布させて計測した。この際、穴の大きさを変えた ( $>\phi$  0.5mm) 容器を数種類用意し、それぞれ落下した重量を計ることによって定量的な計測を行った。

ダストからのエコーは、ダストを散布させた時のエコーと散布しない時のエコーとの差分により求められる。積算回数は 50 万回  $\times$  6 回 (=計 7.9s) を 1 データとして計測した。これまでの計測から安定してダストが計測できる回数である。

### 4.結果・考察

Fig.3 に (a)ジルコニアビーズ、(b)酸化タングステンの落下量に対するエコーカウントの結果を示す。どちらも落下量が大きくなるにつれてカウント値も大きくなり強い相関を得られた。また単位グラム当たりのカウント値をグラフの傾きから求めたところ、ジルコニアビーズの場合、粒径が小さいものほどカウントが大きい値になり、粒径による変化がライダー信号の変化に対応することを確認した。本研究ではサンプルを落下量で比較しているため、小さい粒子は大きい粒子よりも落下する粒子数は多く、散乱断面積が大きい。ライダーエコーのカウント比にはその散乱断面積の違いが現れている。酸化タングステンの場合、 $WO_2$  に対して  $WO_3$  は一桁ほど大きいカウント値になった。酸化タングステンは粒子がまとまる性質を持ち、ダマになったまま落下していることを確認している。単位グラム当たりのカウント値が粒径に依存したジルコニアビーズの結果から酸化タングステンを比較したところ、 $WO_2$  ではまとまって形成した粒子径がおおよそ 0.31mm、 $WO_3$  では 0.16mm と両者の特性を区別することができた。

### 5.まとめ

本研究では LED ミニライダーを用いてジルコニアビーズと酸化タングステンの計測・評価を行った。結果から単位グラム当たりのカウント値が粒径に依存することがわかり、酸化タングステンの性質の違いから  $WO_2$  と  $WO_3$  のライダー信号を区別することができた。これにより実際に粉塵の浮遊する現場で様々なダストをカウント値によって差別化できるという可能性を見出した。

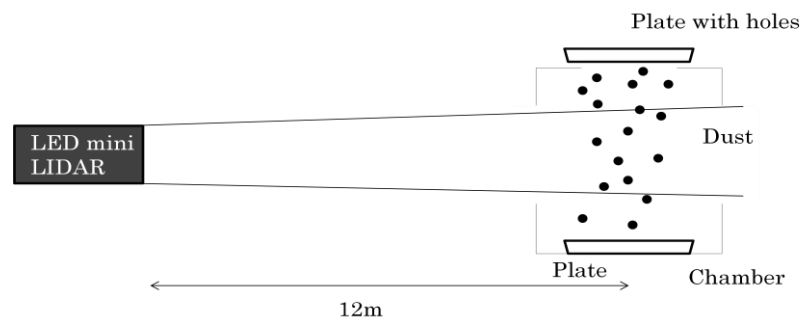


Fig.2 Dust observation

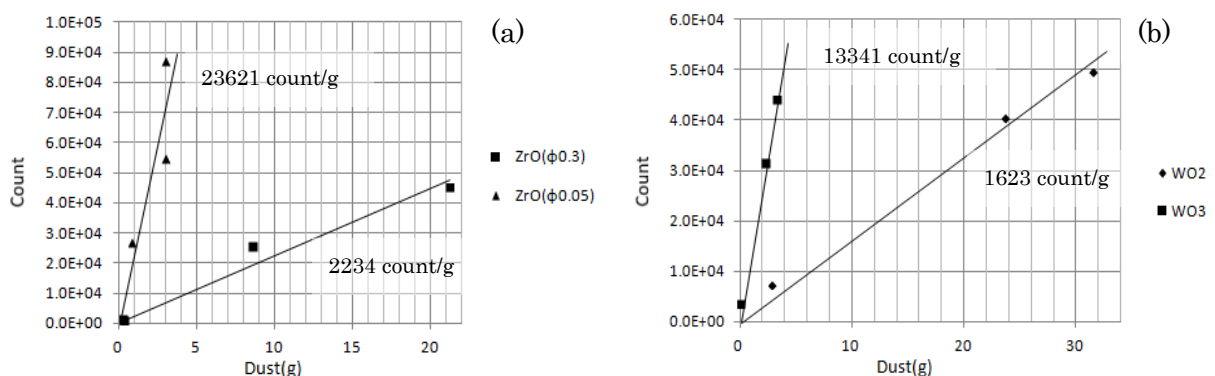


Fig.3 Relationship between echo counts and fall amount of dust

(a)  $ZrO$  ( $\phi$  0.3mm, 0.05mm), (b)  $WO_2, WO_3$

### 参考文献

- 1) 小山護哲, 椎名達雄, 「超小型 LED ライダーの開発と受光特性評価」, 第28 回レーザーセンシングシンポジウム予稿集, pp. 24-25 (2010)
- 2) Moriaki Koyama and Tatsuo Shiina: “Development of LED mini-Lidar”, CLEO Pacific Rim 2011, pp.544-545 (2011)