

福島地区における放射性セシウムの環境動態研究としての Lidar の有用性

Lidar adaptation for environmental dynamics research of suspended radioactive cesium in Fukushima.

千葉大院 (M2) 吉永 孝太郎, [○]ラゴロサス ノフェル, 椎名 達雄

Chiba Univ., Kotaro Yoshinaga, [○]Nofel Lagrosas and Tatsuo Shiina

E-mail:afwa2458@chiba-u.jp

はじめに

従来、福島県帰宅困難区域内における放射性セシウムを含む大気中の粉塵の評価には、ダストサンプラで一定期間収集した粉塵による放射能濃度の測定結果を用いてきた。しかし、大気中の粉塵をリアルタイムで計測することや拡散範囲の予測を行うことは困難である¹⁾。先行研究にて DPSS 固体パルスレーザを用いた小型偏光 Lidar による、飛翔した放射性セシウムを含む粉塵をダストサンプラと併用して計測するプロジェクトを進めてきた。今回、電力・通信インフラの無い環境でも操作可能な小型短距離計測用 Lidar(自給自立型 Lidar)の開発を行った。自給自立型 Lidar では太陽光によって蓄電池を充電し、電力の供給を行う。システムの消費電力は計 100W 程度であり、充電した電力で昼間のみならず夜間での長時間計測も可能とする。本報告では自立自給型 Lidar の基礎実験並びに、先行研究にて開発された小型偏光 Lidar(Table.1)と比較して結果を述べる。

基礎実験

粉塵量の推定を目的に様々な粒径を持つ粉塵サンプル(グリセリン、炭酸カルシウム、小麦粉)を対象として実験を行った。約 10m 先に 8m³ のチャンバーを設置し、3 種の粉塵をそれぞれ充滿させて計測を行った。実験は 2 つの Lidar、パーティクルカウンタ(OMRON ZN-PD-S)及び透過率計を用いた。

実験で用いた粉塵サンプルは複素屈折率と散乱断面積が既知であり、そのほか、Lidar 計測によるカウント値とパーティクルカウンタによる粒径分布から浮遊する粉塵の数密度を算出した²⁾。その結果を Fig.1 に示す。2 つの Lidar で経時変化として粉塵量が減少する様子を可視化できた。高濃度では自給自立型 Lidar が、低濃度では小型偏光 Lidar が粉塵の挙動をよく捉えている事が分かる。これらの結果を用いることで Lidar カウント値から、粉塵の粒子数及び、その挙動をリアルタイムで捉える事が可能となった。

粉塵計測

以上の結果を用いて、福島県帰宅困難区域で放射性セシウムを含む浮遊粉塵量の推定を目的に、実験を行った。実験は 2 つの Lidar の他にダストサンプラを用いて同時計測を行った。計測は実際に粉塵を撒いて行った。Lidar は水平方向に約 6 deg/s でスキャンして 10 秒毎に粉塵の分布、時間変化の情報を取得した。ダストサンプラで得られた結果から、一定期間収集した粉塵の粒径分布及び放射能濃度を取得できる。その結果と基礎実験の結果を基に得られたダストの Lidar 信号を粉塵数密度

に変換した結果を Fig. 2 に示す。飛散する粉塵の可視化と同時に、定量的に飛散する粉塵量を評価する事が出来た。

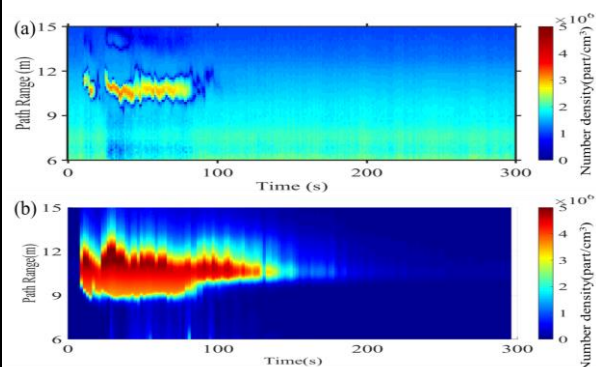


Fig.1 Simultaneous dust measurement through dust chamber using (a) Self-Feeding Lidar (b) Small polarized Lidar.

Table 1 Specification of Self-Feeding Lidar and Small polarized Lidar.

Emitter	Laser	Model	Small polarized Lidar	Self-feeding stand-alone Lidar	
		Spectra physics Explorer One 349	KEOPSYS PEFL-K series		
Beam Expander	Telescope	Centre wavelength	349 nm	1545 nm	
		Pulse energy	120 μJ	6 μJ	
		Repetition frequency	<5 kHz	100 kHz	
		Pulse duration	>3 ns	1 ns	
	Beam Expander	Output beam diameter	7 mm	20 mm	
Receiver	Interference Filter 1	Model	Hamamatsu PMT H11901-110	Vixen VMCS95L	
		Primary lens diameter		100 mm	95 mm
		Centre wavelength		349 nm	1548 nm
	PMT/APD Module	Full width at half maximum	0.6 mm	15 mm	
		Model	2 × 10 ⁵ A/W	Thorlabs APD110C	
		Active area diameter		8 mm	0.2 mm
		Wavelength range		900 to 1700 nm	230 to 700 nm
	Gain		10 A/W		

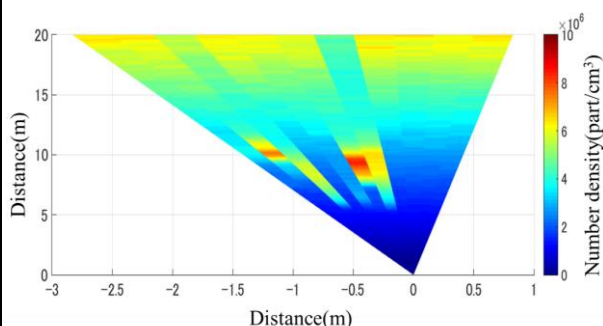


Fig. 2 Distribution of suspended dust represented with number density in Fukushima.

参考文献

- 1) 中間貯蔵・環境安全事業株式会社、除染土壌等の減容等技術実証事業報告書 2019.
- 2) R. Ceolato, et al., Remote Sens. 12(20), 3286, 2020.