

# イメージングライダーを用いた環境センシングネットワークの提案

## Environmental Sensing Network using Imaging Lidar

小林 一樹      岡田 貴文      小林 史利      大谷 武士      斉藤 保典  
 Kazuki Kobayashi   Takafumi Okada   Fumitoshi Kobayashi   Takeshi Ohtani   Yasunori Saito  
 信州大学 工学部  
 Faculty of Engineering, Shinshu University

**Abstract:** Lidar systems have been used for atmospheric monitoring over several kilometers. However, most of sources of contaminated matters are placed at altitudes below 10m. Therefore, monitoring of the living-space environment, we call this “lifesphere”, is important to perform an affluent daily life. In this paper, we focus on the monitoring of the “lifesphere” environment and for this purpose we propose an environmental sensing network system using a very compact bistatic imaging lidar.

### 1 はじめに

これまで、地表から数十キロメートル以上の高度を対象とした大気環境計測に関する研究が数多く行われてきた [1]. 特に、温暖化や気候変動などの地球大気科学という観点での報告が多い [2]. 一方、人間活動に伴う各種汚染物質の発生源は、ほぼ地上 10m 以下に限られており、より人々の生活に近い場所での計測も必要だと考えられる. そこで、本研究では特に地表付近を意識した大気計測が可能な小型バイスタティックイメージングライダーを用いた、環境センシングネットワークを提案する.

### 2 環境センシングネットワーク

Fig.1 に提案するセンシングネットワークのイメージを示す. ネットワークを構成するセンサノードとして、フィールドサーバの利用を予定している. フィールドサーバはカメラ、気温、湿度、日射量のセンサ、有線/無線 LAN を備えた屋外用モニタリングデバイスであり、センサノードとして有用である. 信州大学では複数の農地においてフィールドサーバの運用を行っており [3], 稼働実績がある. バイスタティックイメージングライダーを構成する CCD カメラはフィールドサーバに接続され、計測された大気情報がネットワークを介して取得可能になる. また、小型レーザは CCD カメラから数メートル程度離れた地表に設置される.

本研究のコンセプトは、阿保らが提案する超小型ライダーネットワーク [4] に近い. しかし、我々の目的は人々の生活圏内における大気計測であり、地表 0 メートルからの計測に焦点を当てている点で異なっている. また、バイスタティックイメージングライダーの採用により、1つの CCD カメラで複数のレーザビームの計測が可能であるため、コスト面で有利である. 全システムの

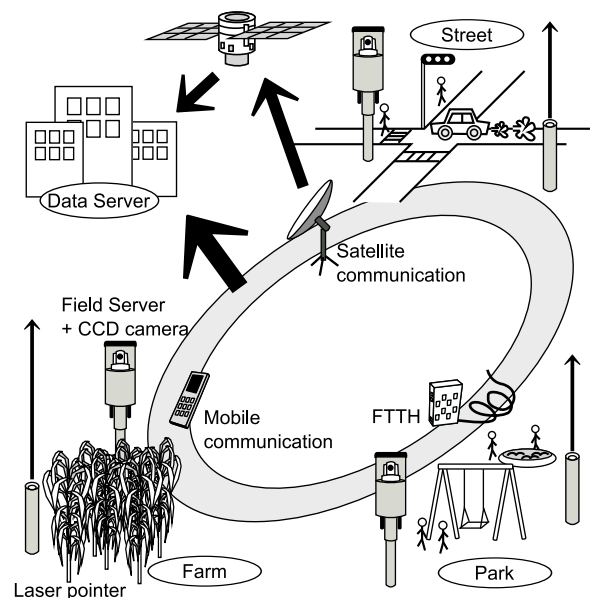


Fig. 1: Basic Concept of Environmental Sensing Network using Imaging Lidar and Field Server

バッテリー動作も検討しており、インフラの整っていない地域においてもユビキタスネットワークの構築が可能になると考えられる.

### 3 小型バイスタティックイメージングライダー

バイスタティックイメージングライダーとは、鉛直方向に射出されたレーザビームの散乱飛跡を、広角カメラレンズを備えた高感度 CCD カメラで撮影し、画像処理によって背景光を差し引いて散乱光強度の高度分布を求める測定装置である [5]. 本研究では、機器の小型化を実現するため、送信系として高出力のレーザポインタ

Table 1: Specification of the bistatic imaging lidar system

Transmitter	
Laser	Laser Pointer, CW (green)
Wavelength	532 nm
Output Power	300mW
Safety	Class 3B
Size	128mm × $\phi$ 20mm
Weight	137g
Receiver	
CCD camera	BITRAN BJ-30L
CCD size	6.5mm × 4.9mm
Pixel	650 × 488
Pixel size	9.9 $\mu$ m × 9.9 $\mu$ m
Camera lens	28mm (Nikon)
FOV (vertical)	16.18 deg
Interference filter	532FS03-50 (Andover)
Bandwidth	3nm at 532nm
Size	72mm × 90mm × 92mm
Weight	500g

を採用しており、カメラとレンズを含めても設置面積はA5用紙1枚程度である。表1に各機器の仕様を示す。

これらの構成でレーザポインタの散乱光を撮影する実験を行った。レーザポインタはCCDカメラから10mの距離に設置し鉛直方向にレーザビームが射出されるように固定した。カメラの仰角は87度である。観察された静止画像をFig.2に、散乱光強度をFig.3に示す。Fig.3において、横軸は撮影時間を示しており、縦軸は高度（ピクセル座標）を示している。各グラフの横軸方向の変化はレーザビームの散乱光強度の変化を意味する。実際の高度に換算すると、およそ1km付近においてレーザビームの散乱光強度が高くなっており、雲に到達していることが分かった。また、雲以外の場所でも信号強度の変化が捕えられており、ライダーとしての機能・動作が確認された。

#### 4 まとめと今後の課題

本研究では、人々の生活圏内における大気計測を実現するため、小型バイスタティックイメージングライダーを用いた環境センシングネットワークを提案した。現状では、高出力レーザポインタを用いたライダーシステムのテスト段階である。今後、センサノードとして用いるフィールドサーバとライダーシステムを連携させる必要がある。これに関しては、CCDカメラ（BJ-30L）とフィールドサーバがLAN接続可能であり、データサー

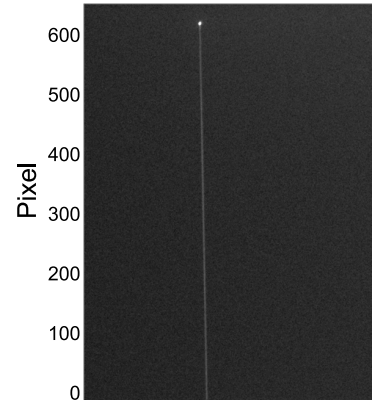


Fig. 2: Observed image of the bistatic imaging lidar

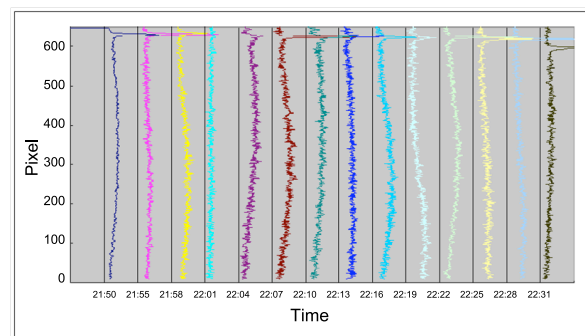


Fig. 3: Laser-return-signal intensity of the bistatic imaging lidar

バ側とのVPN接続により画像取得を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] 杉本, 松井, 清水, 岡本, 西澤, 亀井, 黒岩, 熊谷: “「みらい」ACE-Asia 航海 (MR01-K02) におけるエアロゾルと雲のライダー観測”, エアロゾル研究, **19**, 2, pp. 97–102 (2004).
- [2] Q. Xu: “Abrupt change of the mid-summer climate in central east China by the influence of atmospheric pollution”, Atmospheric Environment, **35**, 30, pp. 5029–5040 (2001).
- [3] Y. Saito, T. Suzuki, K. Kobayashi, K. Sato, M. Hirafuji, T. Fukatsu, R. Ichimura, R. Yashiro, S. Takeuchi, K. Yuasa, S. Watanabe, F. Kobayashi, T. Kawahara and T. Kameoka: “Field server monitoring system for construction of IT farming and agri-tourism —trial report from Obuse-town, Ngano, Japan—”, Proc. of SICE-ICASE International Joint Conference, pp. 4848–4851 (2006).
- [4] 阿保, 長澤, 柴田: “超小型ライダーネットワークによる都市大気環境の測定”, レーザセンシングシンポジウム予稿集, pp. 85–86 (2007).
- [5] K. Meki, K. Yamaguchi, X. Li, Y. Saito, T. D. Kawahara and A. Nomura: “Range-resolved bistatic imaging lidar for the measurement of the lower atmosphere”, OPTICS LETTERS, **21**, 17, pp. 1318–1320 (1996).