

低コヒーレンスドップラーライダーによる浮遊粒子の速度評価

Speed evaluation of floating flours by Low-coherence Doppler lidar

千葉大学大学院融合理工学専攻(M1)大久保 洸祐, 椎名 達雄

Chiba Univ. [○]Kosuke Okubo and Tatsuo Shiina

E-mail: kobo0404the25th@chiba-u.jp

はじめに

ドップラーライダーは大気中で動いている流体から風情報を遠隔に獲得できる手法として広く用いられている。空港などで扱われているコヒーレントドップラーライダーは鉛直上空の風の場合を対象とし、大きな測定範囲で長時間積算する必要がある。これは大気の流れは高度に依存して高いほど大きな塊として動き、空間・時間スケールが大きくなることによる。一方で地表近くの生活圏での風情報の需要も大きい。空間・時間スケールの小さい地表大気の計測に既存のドップラーライダーは適していない。高分解能で高速に計測する必要がある。

本研究では空間分解能 1m で水平計測を目的とした低コヒーレンスドップラーライダーの開発を進めている。理論解析にて風の受光量を算出し、ライダーのシステム効率を検討した。解析をもとにシステムの仕様を設計・開発し理論との比較を行っている。本報告では、約 1m の風洞内で風にのせた小麦粉を低コヒーレンスドップラーライダーで測定し、得られた速度評価について述べる。

装置

低コヒーレンスドップラーライダーの光源には高出力 976nmDFB-LD のバルク素子（浜松ホトニクス LE0697CWLD）を使用した。DFB-LD の駆動電流と素子温度を制御することで 0.8m のコヒーレンス長を得た。Fig.1 に低コヒーレンスドップラーライダーの原理図を示す。DFB-LD による送信光の一部を参照ファイバに導入し、風によるドップラーシフトした大気エコーの受信光とファイバカプラ上で干渉させる。干渉信号には風で生じたドップラーシフトによるビート周波数が含まれており FFT 解析でその周波数を導出する。参照光路に用いるファイバの長さを変更することで任意に計測距離を決定できる。本ライダーのパラメータを Table.1 に示す。

浮遊粒子の速度評価

本ライダーを用いて、全長 110cm・直径 40cm の風洞内に、サーキュレーターを用いて小麦粉を浮遊させてドップラー計測を行った。風洞はドップラーライダーから約 6m 離れた位置に設置した。サーキュレーターによる風向きはライダーの視線方向に対して向かい風である。風洞内には風速計 (testo 405i Smart Probe) を設置し、ドップラーライダーで計測される粒子速度と比較した。FFT 解析ではサンプリングレート 250MSa/s、波形補足時間 5m/s、FFT の 1 フレームは 5 μ s で 1000 回平均した。Fig.2 a)では得られた FFT 解析の結果を示す。ノイズレベルは約 -74.7dBm で、5MHz 付近にドップラーシフト周波数の中心ピークが現れた。ピークの幅は 4.8MHz~6.5MHz である。これを速

度に換算すると中心ピークは 2.7m/s、速度幅は ± 0.45 m/s であった。Fig.2 b)は同時刻の風速計の結果を示している。風速 2.7m/s $\sim$ 3.2m/s の振幅で安定している。ドップラーライダーによる結果は定点の風速計と比べて高速計測かつコヒーレンス長 0.8m 分の風洞内の浮遊粒子の情報である。どちらの結果も 2.7m/s の速度情報が得られ、良好な一致を示している。

また実験では回転ターゲットを用い 1m/s $\sim$ 10m/s の速度を 0.1m/s の精度で計測できることを確認した。現在大気エコーに対する風計測の実現を図り光源の改良を行っている。

Table 1 Parameter of Low-coherence Doppler lidar

Laser power	1.07W
Center wavelength	975nm
Coherence length	0.8m
(Drive current, Element temperature)	(2.0A, 35°C)
Diameter of aperture	0.061m
Light receiving sensitivity of Balanced detector(PD)	0.75A/W@ $\lambda=1.0\mu$ m
Receiver band width	100MHz

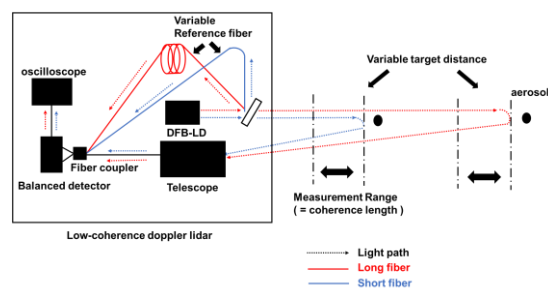


Fig.1 Principle of Low-coherence Doppler lidar

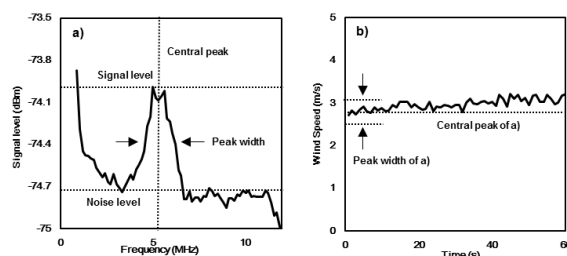


Fig.2 a) Doppler signal by floating flours and b) wind speed by Anemometer (testo 405i Smart Probe)

参考文献

- [1] 島田, 椎名, 第 42 回レーザーセンシングシンポジウム 予稿集, 2017
- [2] 大久保, 椎名, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 2020