

# P9 通信総研における航空機搭載用コヒーレントドップラーライダーの開発 I：地上からの風向・風速測定実験

Development of the airborne Coherent Doppler Lidar system by CRL I

: The ground-based experiment of atmospheric wind profiling

石井昌憲<sup>1</sup>, 水谷耕平<sup>1</sup>, 篠野雅彦<sup>1</sup>, 大野裕一<sup>1</sup>, 板部敏和<sup>1</sup>, 浅井和弘<sup>2</sup>

Shoken Ishii<sup>1</sup>, Kohei Mizutani<sup>1</sup>, Masahiko Sasano<sup>1</sup>, Yuichi Ohno<sup>1</sup>,

Toshikazu Itabe<sup>1</sup>, and Kazuhiro Asai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人通信総合研究所, <sup>2</sup> 東北工業大学

<sup>1</sup> Communications Research Laboratory, <sup>2</sup> Tohoku Institute of Technology

Abstract: An airborne Coherent Doppler Lidar (CDL) system for the measurement of atmospheric wind profiling has been developed at CRL. The CDL is consist of 2μm laser transmitter, receiver, heterodyne detector, scanning device, and electric devices. The ground-based experimental of atmospheric wind profiling was performed. Vertical profiles of the atmospheric wind could be obtained by CDL with a height resolution of 150m. The ground-based experiment indicated the performance that although it depends on the aerosol concentration CDL can measure up to upper troposphere.

## 1. はじめに

近年、様々な地球環境問題が起こっており、複雑な環境問題を解明していくことは人類にとって重要な課題となっている。起こりうる様々な環境問題を予測するための気候モデルを開発することが急務とされている。気候モデルは、風の3次元分布、気温、そして地表の気圧が大気パラメータの初期条件として必要とされる。その初期条件のうち風速の測定精度は必要な精度を必ずしも満足しておらず、高精度で計測するリモートセンシング技術の開発が望まれている。本発表では、通信総合研究所において開発中の航空機搭載型コヒーレントドップラーライダーの概要と地上で行った風速・風向計測実験結果について報告する。

## 2. コヒーレントドップラーライダーシステム

コヒーレントドップラーライダーシステムのブロック図と仕様を Fig. 1 と Table 1 にそれぞれ示す。レーザー光源は、アイセーフティーを考慮し、波長 2.012μm、パルスエネルギー 3mJ/pulse、繰返し周波数 100Hz、の LD 励起による Q スイッチ Tm:YAG レーザを用いた。レーザーパルスは、ウェッジプリズムにより天頂より 20°の方向に射出する。ウェッジプリズムはノート型パーソナルコンピュータによって制御され、回転機構（スキャナー部）を用いて自由に回転させることができる。大気中に射出してエアロゾルによって後方散乱されたレーザー光は、有効径 10cmφの望遠鏡を用いて集光する。局部発振器からの参照光の信号と集光した光と参照光の混合によるビート光信号をそれぞれ A/D 変換し、それぞれのデジタル信号をハードディスクドライブに保存する。保存した参照光と受光信号をそれぞれフーリエ変換し、含まれる周波数を同定しドップラーシフト Δf 決定する。その Δf を用いて、視線方向の風速  $V_{LOS}$  を決定する。 $V_{LOS}$  は、

$$V_{LOS} = \Delta f \times \lambda / 2 \quad (1)$$

と与えられる。ここで、λはレーザー波長である。

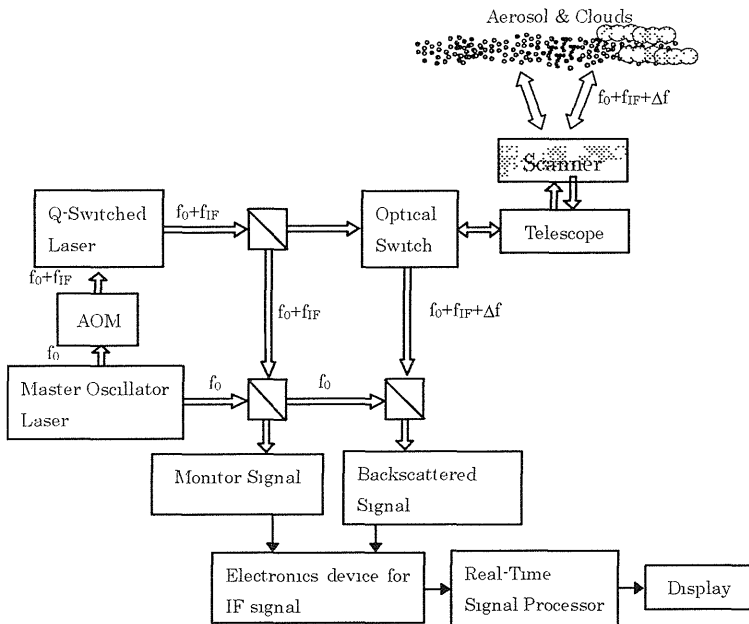


Table 1 Specification of the airborne Coherent Doppler Lidar system.

レーザ：半導体励起 Tm:YAG  
 波長：2.012μm  
 パルスエネルギー：3mJ/pulse  
 パルス幅：460μm  
 パルス繰り返し周波数：50Hz  
 受光部：有効径 10cmφ (有効径)  
 検出器：InGaAs  
 スキャン範囲：天頂より 20°  
 環境条件：MIL-STD-810F に準拠

Fig. 1 Block diagram of the airborne Coherent Doppler Lidar system.

### 3. 風の3成分 (U, V, W)

視線方向の風速  $V_{LOS}$  は、風の3成分を用いて、

$$V_{LOS} = U \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi + V \cdot \cos \theta \cdot \sin \varphi + W \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

と与えられる。ここで、 $\theta$ と $\varphi$ は、それぞれレーザーの射出方位角( $0^\circ$ - $360^\circ$ )と射出天頂角( $20^\circ$ 固定)である。風の3成分は、Eq. (2)から少なくとも独立に3方向の  $V_{LOS}$  が得られれば求められる。Fig. 2 に、CDLによって観測された風の高度分布例を示す。この結果をCRLにあるドップラーレーダと比較したところよい一致が見られ、ライダーによって風速測定が可能であることを示した。また、Fig. 2 から観測された日は、1.8km 付近より高い自由対流圏では風向・風速が安定していたのに対し、1.8km 付近より低い境界層内の風向は時間とともに変化しており、鉛直風の高度分布は混合が起きていることを示唆していた。

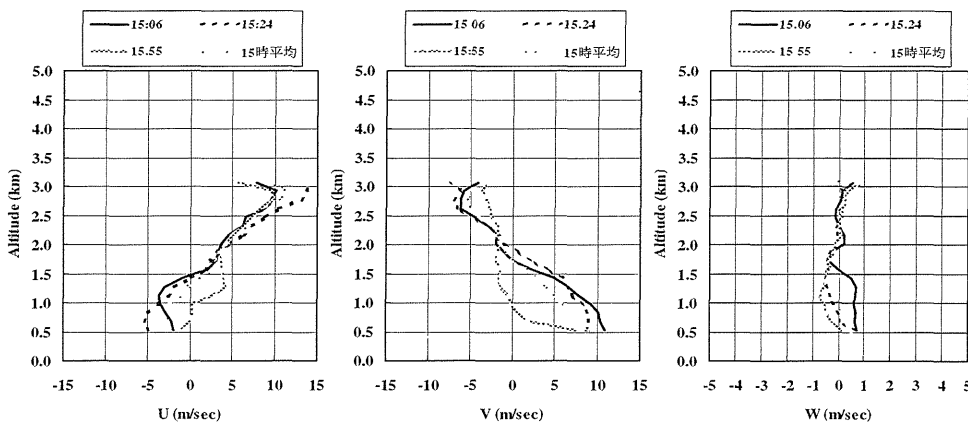


Fig. 2 Wind profile observed by the ground-based CDL from 1500 to 1600 LST on June 4, 2001.

### 4. まとめ

航空機搭載型コヒーレントドップライダーを用いて風の3成分を取得できることが確認された。今後は、さらに実験を進めデータを蓄積し、航空機搭載時における風向・風速データアルゴリズムについてさらに検討を進めていく予定である。