

ハイブリッド型ドップラー風ライダーによる風観測

石井 昌憲¹, 青木 誠¹, 佐藤 篤^{2,1}, 西澤 智明³, 神 慶孝³,
杉本 伸夫³, 佐藤 可織⁴, 岡本 創⁴

¹情報通信研究機構 (〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1)

²東北工業大学 (〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1)

³国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

⁴九州大学応用力学研究所 (〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1)

Coherent and Direct-detection Doppler Wind Lidar Observation

Shoken ISHII¹, Makoto AOKI¹, Atsushi SATO^{2,1}, Tomoaki NISHIZAWA³, Yohistaka JIN³,
Nobuo SUGIMOTO³, Kaori SATO⁴, and Hjime OKAMOTO⁴

¹ NICT, 4-2-1 Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795

² Tohoku Inst. of Tech., 35-1 Yagiyama-Kasumi, Taihaku, Sendai, Miyagi 982-8577

³ National Institute of Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506

⁴ Kyushu University, Kasuga Park 6-1, Kasuga, Fukuoka 816-8580

Abstract: The National Institute of Information and Communications Technology (NICT) has developed ground-based and airborne coherent lidar for wind and CO₂ measurements. A "coherent Doppler wind lidar (CDWL) uses light backscattered by aerosol and cloud. CDWL wind measurement is suitable for boundary and middle tropospheric wind measurements. A direct-detection DWL (DDWL) uses light backscattered by atmospheric molecular and aerosol. DDWL wind measurement is suitable for upper tropospheric and lower stratosphere wind measurements. In the paper, we will describe we introduce research and development of the 2- μ m key technologies at NICT.

Key Words: Space-based, single-frequency, high pulse-energy, 2- μ m, Doppler Wind Lidar

1. はじめに

現在、様々な観測手法で得られた気象データは数値予報の初期値となる。与えられる初期値が数値予報の精度を決める重要な要因の一つとなっている。現在の衛星観測は温度や水蒸気に関連した観測が多く、風の観測は限定的である。大気追跡風、マイクロ波散乱計やマイクロ波イメージ等の高度分解能は十分とは言いがたい。全球規模で風の高度分布が得られるセンサーの開発を望まれており、ドップラー風ライダー (Doppler Wind Lidar: DWL) は有望なリモートセンシング技術の一つである。欧州宇宙機関 (ESA) は、2018 年 8 月に世界初となる直接検波方式 (Direct-Detection: DD) の衛星搭載ドップラー風ライダー Aeolus の打上を予定している。情報通信研究機構 (NICT) は、コヒーレント方式 (Coherent) による地上型や航空気搭載型の DWL を開発してきており、Aeolus の打上げ後の比較検証実験に参加を予定している。

雲微物理特性・質量フラックス・鉛直流の全球分布と水平風鉛直シア相互作用の風観測による観測的研究、衛星観測を包含する次世代型地上観測システム構築、衛星観測の地上検証を目的として、平成 29 年度の科学研究費助成事業基盤研究 (S) 課題の一つとして「次世代アクティブセンサ搭載衛星の複合解析による雲微物理特性・鉛直流解析研究 (研究代表者: 九大・岡本)」が採択された。

コヒーレント方式による CDWL 風観測はエアロゾルの濃度に依存しているため、エアロゾル濃度が高い境界層から中部対流圏、巻雲など存在上層の風観測に適しているが、エアロゾル濃度が低い上部対流圏や下部成層圏の風観測には適していないことから、NICT は、CDWL と DDWL の同時観測実現に向けて、九州大学、国立環境研究所とともに DDWL の開発している。本発表では、NICT にて開発した CDWL と開発を進める DDWL について紹介する。

2. コヒーレントドップラー風ライダー

NICT で開発した CDWL の図 1 と図 2 に概略図と外観図を示す。レーザは、波長 2.051.25 μ m、パルスエネルギー 80 mJ/pulse、繰返し周波数 30Hz で動作する。レーザパルスは、口径 10cm ϕ 、拡大率 10 倍の軸外シメルセンヌ式望遠鏡 (ジェネシス社: GE1241C)、二軸スキャナを通して大気中に円偏波で射出され、大気中から散乱された光は同じ望遠鏡によって集光される。集光された光は、光学素子を通して円偏波から直線偏波へと変換され、光ファイバーへ導かれ 2 μ m 用光カプラーを通り、ローカル光となる単一波長の CW レーザと混合され、InGaAs 光検出器を用いて光ヘテロダイン検波される。光検出器で光から電気信

号へ変換された信号は、フーリエ変換され、ドップラー周波数が計測される。

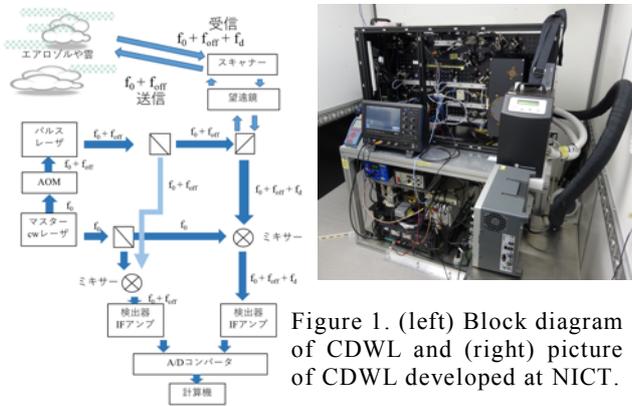


Figure 1. (left) Block diagram of CDWL and (right) picture of CDWL developed at NICT.

3. 直接検波方式ドップラー風ライダー

NICT で開発すすめる DDWL はダブルエッジ方式 DWL である。Figure 2 に概略図を示す。レーザーは、Nd:YAG の第三高調波である波長 $0.355\mu\text{m}$ 、パルスエネルギー 70 mJ/pulse 、繰返し周波数 10 Hz で動作する。レーザーパルスは、拡大率 5 倍のエクスパンダーを通して大気中に射出される。大気中から散乱された光は口径 35 cm ϕ の望遠鏡(セレストロン社:C14XLT)によって受光を検討している。集光された光は、光電子増倍管(Licel 社 PMHV-R9880-113)で光から電気信号へ変換されて保存される。二つの PMT から信号強度比から風速を推定する¹⁻²⁾。

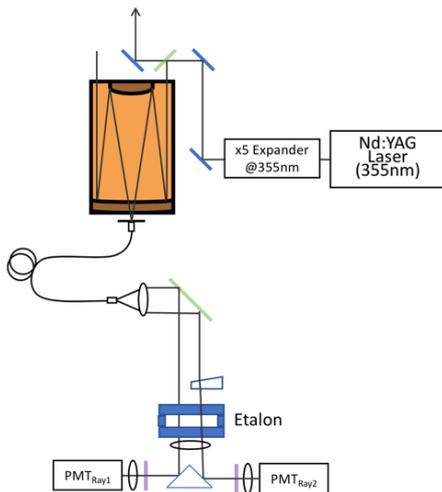


Figure 2. Block diagram of DDWL.

4. まとめ

NICT は、地上型や航空気搭載型の CDWL を開発してきており、Aeolus の打上後の比較検証実験に参加する。現在、地上から対流圏上部までの風観測を目指して、DDWL の開発を推進している。本発表では、NICT で将来のコヒーレント方式と直接検波方式による DWL 風観測について提案をし。今後は CDWL による鉛直風の風観測を行いつつ、DDWL の開発をすすめて同時風観測実験の実現を目指す。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17H06139 の助成を受けております、ここに感謝致します。

参考文献

- 1) C. Flesia and C. L. Korb,: Appl. Opt. **38**, (1999) 432.
- 2) M. J. McGill et al: Appl. Opt. **38**, (1999) 6388.