

C3 航空機搭載水蒸気 DIAL のシステム検討 (2)

System Design of Airborne Water Vapor DIAL (2)

永井 智広¹, 内野 修², 長澤 親生³, 中島 孝⁴, 五十嵐 保⁴, 今井 正⁴,
辰巳 賢二⁴, 川村 恭明⁴, 平野 嘉仁⁵, 若林 論⁵

Tomohiro Nagai¹, Osamu Uchino², Chikao Nagasawa³, Takashi Nakajima⁴, Tamotsu Igarashi⁴,
Tadashi Imai⁴, Kenji Tatsumi⁴, Yasuaki Kawamura⁴, Yoshihito Hirano⁵ and Satoshi Wakabayashi⁵

¹ 気象研究所, ² 気象庁, ³ 東京都立大学, ⁴ 宇宙開発事業団, ⁵ 三菱電機

¹ Meteorological Research Institute, ² Japan Meteorological Agency, ³ Tokyo Metropolitan University, ⁴ National Space Development Agency of Japan, ⁵ Mitsubishi Electric Co.

Abstract : For the future spaceborne water vapor DIAL system, an airborne DIAL system is being developed. An injection seeded triple pulse Ti:Sapphire laser is used for the transmitter and a LD pumped Nd:YLF laser is employed for the pump laser. These lasers are developed to verify the future spaceborne technology. No liquid cooling system is used and the system is designed as compact and energy efficient system. The system is integrated by the end of fiscal year 1998 and the test flight would be done in the near future.

1. はじめに

地球大気中の水蒸気は、地球の熱収支等を通じ気候や地球温暖化などに大きな影響を与えることが知られている。この様な水蒸気の全地球的な鉛直分布データを取得する手段として、衛星搭載水蒸気 DIAL (Differential Absorption Lidar) の開発が期待されている。衛星搭載水蒸気 DIAL の実現性やミッションパラメーターの調査、物理量抽出アルゴリズム開発等を目的とし、航空機搭載水蒸気 DIAL の開発を行っている。前年のシンポジウムでは、システムの構成や諸元の概要について報告したが、今回はそれ以降の開発の進捗状況などについて報告する。

2. システム構成

システムの主要な諸元を Table 1. に示す。送信部には、水蒸気の吸収線が非常に狭いこと、衛星搭載のためには小型・軽量・高効率である必要があることなどから、全固体・伝導冷却方式の LD 励起 Nd:YLF レーザーを励起用に用いた Ti:サファイアレーザーとし、インジェクションシーディングにより水蒸気の吸収線に波長同調を行うシステムとした。水蒸気の吸収線は Ti:サファイアレーザーの効率、インジェクションシーダーに用いる LD の性能等を考慮して 820nm 付近を用い、吸収波長 2 波長、非吸収波長 1 波長の 3 波長を使用し、吸収波長の 2 波長を水蒸気の吸収線の強度の異なる波長に選ぶことで観測のダイナミックレンジを拡大することとした。レーザー光はこの 3 つの波長を一つの組として 1.2ms 間隔で発射し、波長の組を 50Hz の繰り返しで発射する。各パルスの出力は約 70mJ である。波長同調のためのインジェクションシーダーは、波長安定度が 0.05pm (吸収波長 2 波長) 及び 1pm (非吸収波長) で波長幅は 0.05pm 以下である。吸収波長用のインジェクションシーダーの出力は、PAS セルにて同調のモニターを行い、モニター出力をフィードバックする事で波長同調精度を保つシステムになっている。また、Ti:サファイアレーザーは、ピエゾ素子を用いて共振器長を微調整し、発振波長がシーディング光の波長に同調するように調整している。Ti:サファイアレーザーの発振光についても PAS セルにて波長同調の確認を行い、万一波長同調が正しく行われなかった際には、受信時に信号の積算をせず、測定精度を向上させる

こととしている。受信光は、直径 20cm のカセグレン型望遠鏡で受光され、視野絞り、狭帯域フィルター、交換可能な ND フィルターを通過した後 Si APD で電気信号に変換される。APD からの出力は、吸収波長と非吸収波長の強度差を考慮し、異なったゲインを持つ 2 つのアンプを通した後 12 ビットの精度で A/D 変換される。Si APD については、その受光特性がライダー受信用として問題となる可能性があり、現在検討中である。システム全体は、中日本航空所有のビーチクラフト B200 に搭載が可能なように設計を行い、開発を進めている。Fig. 1 に B200 搭載時の機器配置図を示す。機器の総重量は約 630Kg, 31,000ft の高度からの観測が可能である。

Table 1 System Parameters of the Water Vapor Airborne DIAL System

Transmitter		Receiver	
Wavelength	~ 816 nm	Telescope Diameter	20 cm
Pulse Energy	70 mJ	Field of View	1.6 mrad
Repetition	50Hz (3 pulses)	Band Width	0.6 nm
Wavelength Stability	< 0.05 pm (ON1,2) < 1 pm (OFF)	Optical Transmittance	> 25%
Spectral Width	< 0.05 pm	Quantum Efficiency	85 %
Beam Divergence	0.8 mrad	NEP (APD Module)	$2.0 \times 10^{-14} \text{ W/Hz}^{1/2}$
Optical Transmittance	88 %	A/D	12 bits
		Sampling	133 ns (20 m)

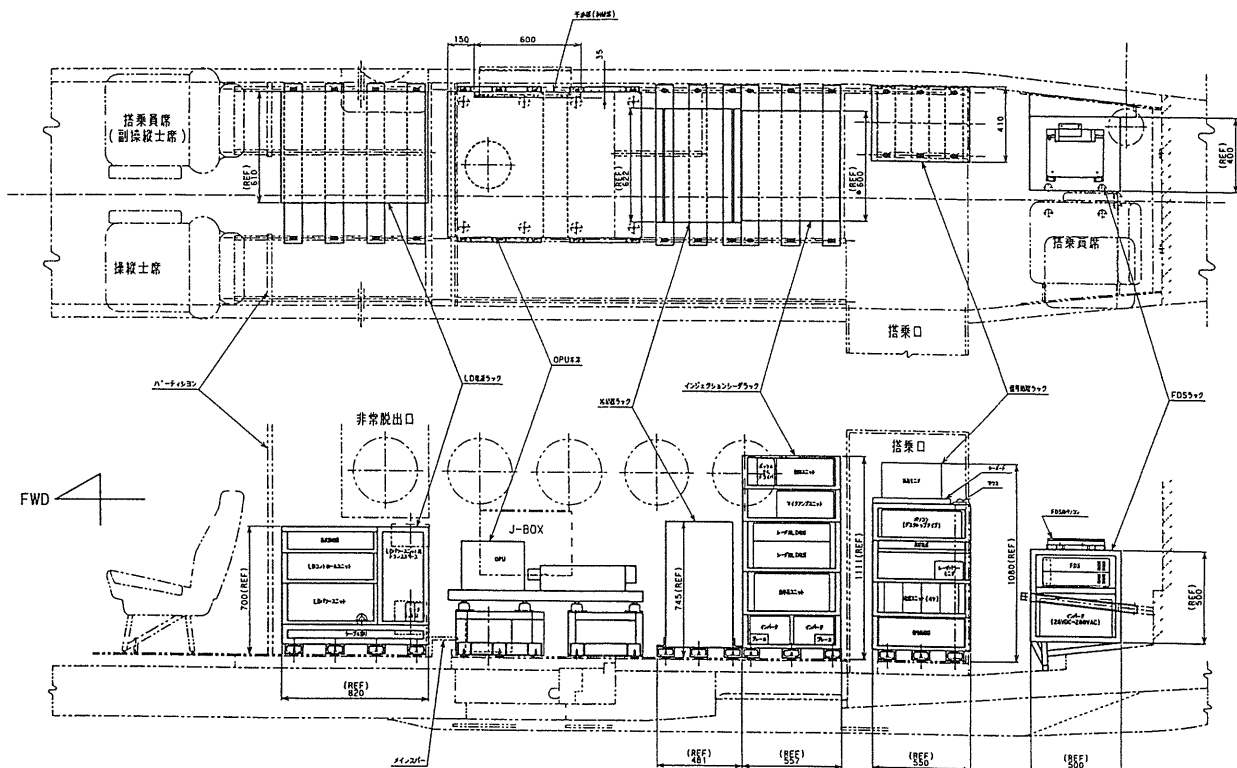


Fig. 1 Schematic Diagram of the Airborne Water Vapor DIAL System.

3. おわりに

衛星搭載用 DIAL の可能性を検討のために開発中の航空機搭載用水蒸気 DIAL のシステム設計・開発状況について報告した。本システムは、1998 年度に完成し、後年度、実機に搭載しての試験観測を予定している。