

## 航空機搭載水蒸気DIALのシステム検討 System design of airborne water vapor DIAL

内野 修、永井 智広、長澤 親生、平野 嘉仁、樋口 隆一、若林 諭  
Osamu Uchino<sup>1</sup>, Tomohiro Nagai<sup>2</sup>, Chikao Nagasawa<sup>3</sup>  
Yoshihito Hirano<sup>4</sup>, Takaichi Higuchi<sup>4</sup>, Satoshi Wakabayashi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>気象庁、<sup>2</sup>気象庁 気象研究所、<sup>3</sup>東京都立大学、<sup>4</sup>三菱電機(株)  
<sup>1</sup>Japan Meteorological Agency, <sup>2</sup>Meteorological Research Institute  
<sup>3</sup>Tokyo Metropolitan University, <sup>4</sup>Mitsubishi Electric Corporation

**Abstract:** For future spaceborne water vapor DIAL system, we have started the development of an airborne water vapor DIAL. The laser is Ti:sapphire laser pumped by diode-pumped Nd:YLF laser. Tuning of the laser to a strong absorption line, a weak absorption line, and off line of water vapor is made by an injection seeder which consists of three single longitudinal mode LDs. These three laser lines are transmitted into the atmosphere at intervals of 1ms and this three-pulse packet is repeated 50 times in 1sec. The lidar returns are detected by a single APD. This airborne DIAL is planned to be performed a flight test in FY 1998.

### 1. はじめに

地球の熱収支等に大きな影響を与える水蒸気の全球的な鉛直濃度分布情報の取得が可能となる衛星搭載水蒸気DIALの開発が期待されている。衛星搭載水蒸気DIALの実現性調査、ミッションパラメータ調査、物理量抽出アルゴリズム開発を主目的として開発を進めている航空機搭載水蒸気DIALのシステム検討結果を報告する。

### 2. システム構成・諸元

航空機DIALのシステム構成及び主要諸元をFig.1

及びTable.1にそれぞれ示す。

#### 2.1 送信部

水蒸気の吸収線は非常に狭いこと、また衛星搭載用として小型高効率のレーザが要求されるため、インジェクションシーディングによって波長のチューニングを行うTi:サファイアレーザを送信用レーザに採用した。励起用レーザは、高いエネルギー変換効率を得るためにLD励起Nd:YLFレーザ+KTP-SHGを選択した。発振器と増幅器2段からなるMOPA構成とし、出力は第2高調波526.5nmで350mJである。将来、衛星搭載へ速やかに移行で

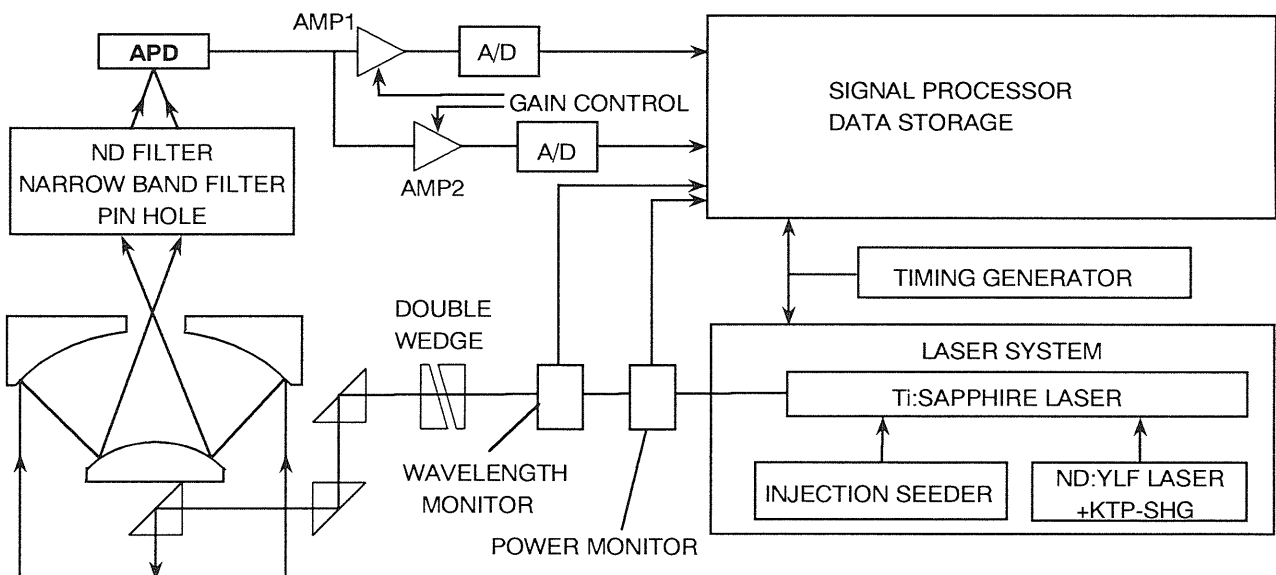


Fig. 1 Blockdiagram of a water vapor DIAL

きるようにレーザは伝導冷却としている。

水蒸気の吸収帯は700nm付近から赤外域にかけて多数存在するが、Ti:サファイアレーザの効率、インジェクションシーダの光源に用いるLDの性能を考慮し、Ti:サファイアレーザの波長は818nm近辺とした。計測のダイナミックレンジを拡大するために、レーザ波長は強い吸収波長（ON1）、弱い吸収波長（ON2）、非吸収波長（OFF）に同調され、各波長のレーザパルスは受信信号の相関を確保するためにON1、OFF、ON2の順序で1ms間隔で切り換えられる。レーザ光は、この3パルスを1つの組み合わせとして20ms周期で受信光学系と同軸で射出される。

## 2.2 受信部、信号処理部

大気で散乱されたレーザ光は、開口径20cmの望遠鏡で受信され、ピンホール、狭帯域フィルタ、交換可能なNDフィルタを通してSi APDで検出される。Si APDの出力は、ダイナミックレンジを確保するために、それぞれ2段階にゲイン可変なハイゲインアンプ、ローゲインアンプを通して増幅され、A/D変換された後に各波長・各チャンネル毎にオンボードで加算、蓄積される。データ加算においては、波長モニタの出力をもとに各レーザパル

スの波長をチェックし、基準値外の場合は加算から除外する。

## 3. 観測性能のシミュレーション

航空機観測における測定誤差について、参考文献に示した計算式に基づきシミュレーションを行った。水蒸気分布はHITRANデータベースより中緯度夏期のデータを選択した。飛行高度を10km、垂直分解能を200m、加算回数を5000回（飛行速度が100m/sの場合、10kmの水平分解能に相当）とした。結果をFig.2に示す。水蒸気吸収係数の異なるON1、ON2の2波長を用いることにより地上から高度10kmまで数%の誤差で測定できると期待できる。

## 4. むすび

衛星搭載用DIALの可能性を検討して開発中の航空機搭載用水蒸気DIALのシステム設計について述べた。本DIALは1998年度に飛行実験を行う計画である。なお、本研究の一部は宇宙開発事業団との契約に基づき行われたものである。

参考文献 阿保、長澤、内野、永井、藤本、「衛星搭載水蒸気ライダー観測の計算機シミュレーション」、第20回リモートセンシング・フォーラム、平成6年10月3日、4日

Table.1 System Parameters

Transmitter	Single pulse energy	70 mJ
	Repetition rate	50 Hz(ON1,OFF,ON2)
	Lasing wavelength	818 nm
	Spectral width	< 0.5 pm
	Beam divergence	0.5 mrad
	Optical transmittance	85 %
Receiver	Primary Mirror Diameter	0.2 m
	Field of view	1.6 mrad
	Filter band width	0.5 nm
	Optical transmittance	20 %
	Quantum efficiency	85 %
	NEP (APD)	$1.1 \times 10^{-14}$ W/Hz <sup>1/2</sup>
	Excess noise factor	2.5

Fig.2 Error profiles ( calculation )

