

# NICTにおける風観測ライダーの研究開発

## Wind Lidar Developments and Measurements at NICT

水谷耕平, 板部敏和, 石井昌憲, 青木哲郎, 岩井宏徳, 常松展充,

浅井和弘\*, 佐藤篤\*, 福岡大岳\*\*, 石川隆祥\*\*\*

K..Mizutani, T. Itabe, S. Ishii, T. Aoki, H. Iwai, N. Tsunematsu,

K. Asai\*, A Sato\*, H. Fukuoka\*\*, T.Ishikawa\*\*\*,

情報通信研究機構, 東北工業大学, \* 浜松ホトニクス(株), (株)日本アレフ

NICT, \* Tohoku Institute of Tech., \*\* Hamamatsu Photonics K.K., \*\*\*Nippo Aleph Co.

### Abstract

NICT is conducting research of coherent Doppler lidars for ground-based network sensing and space-based wind profiling. 2micron Q-switched pulse of 100mJ at 20Hz has been achieved in a Tm,Ho:YLF laser oscillator for ground based wind profiling and CO<sub>2</sub> measurement. The experiments show that very good thermal conduction is held between rod and heat sink. Another type of Tm,Ho:YLF laser oscillator with 50-100mJ output at 30Hz will be developed for mobile coherent Doppler lidar systems. The coherent Doppler lidars with moderate output laser will be used in 'Sensing Network Project', where wind information obtained with a group of instruments over the area around Tokyo should be collected through network.

### 1. はじめに

情報通信研究機構 (NICT) では衛星搭載を目指した風観測のためのドップラーライダー技術の研究開発を行ってきた。この中ではアイセイフな  $2\mu\text{m}$  で発振する LD 励起伝導冷却型の固体レーザが必要とされ、Tm,Ho:YLF レーザの発振器と増幅器を使い 10Hz での出力 460mJ を実現した<sup>1)</sup>。NICT では 2006 年度から新たに 5 年間の第 2 期中期計画を開始し、地上や航空機からの二酸化炭素観測と東京の都市部上空の風分布を観測するためのライダー技術の研究開発が行われることになった。その中では操作性が良く移動可能なコンパクトで適度な出力のレーザを使いドップラーライダーや差分吸収ライダーを開発することになっている。現在地上設置で風や二酸化炭素分布を観測するための、 $2\mu\text{m}$  で発振する LD 励起の伝導冷却型レーザを使ったコヒーレントライダーシステムを開発中である。このレーザでは 100mJ レベルの出力が得られている。また、都市部での風観測用ドップラーライダー用にもう少し低出力のレーザ装置をいくつか開発中である。ここではこれらのアイセイフなレーザと風観測のための計画について述べる。

### 2. 地上設置用 CO<sub>2</sub>DIAL/ドップラーライダー

地上設置で CO<sub>2</sub> と風分布を観測するためのコヒーレントライダーシステムを小金井の NICT 内に設置した。Tm,Ho:YLF レーザは  $2.05\mu\text{m}$  付近で発振し、この付近に吸収ラインを持つ CO<sub>2</sub> と水蒸気を観測する DIAL やドップラーライダーに適している。Fig.1 に示したのはこのライダーシステムの写真である。光学ベンチの上に見える  $-80^{\circ}\text{C}$  まで冷やされたロッドを使った伝導冷却型 Tm,Ho:YLF レーザは 10Hz から 20Hz の繰り返しで 100mJ の出力を出すことができる。検出をコヒーレント受信で行うため、インジェクションシーディングによりレーザは縦シングルモードで発振する。シードレーザは CO<sub>2</sub> ガスセルにより吸収ラインの on-line と off-line にそれぞれコントロールされた 2 つの CW レーザから選択され、70% 反射率の出力鏡から導入される。リング共振器の長さは Ramp-and-fire 技術<sup>2)</sup>によりシードレーザの発振波長に同調される。20Hz での Q スイッチ及びビノーマル発振特性を Fig.2 に示した。Q スイッチ発振でのパルス幅は出力とともに減少し、100mJ の出力のときのパルス幅は 120nsec であった。また出力 100mJ 辺りで繰り返しを 10Hz から 20Hz に増やしたときの出力減少は 10% 程度であった。レーザ光は 10cm 口径の軸はずし望遠鏡

から送信され、散乱光は同じ望遠鏡で集光される。信号光は局発光と InGaAs 検出器上で混合される。このシステムは地上設置の CO<sub>2</sub> 及び風観測装置として使われるが、同時に将来の衛星搭載装置の技術開発の一部とも考えている。また、同時に後述するセンシングネットワークプロジェクト用のもう少し低出力なシステムの可能性をテストするために使われる。

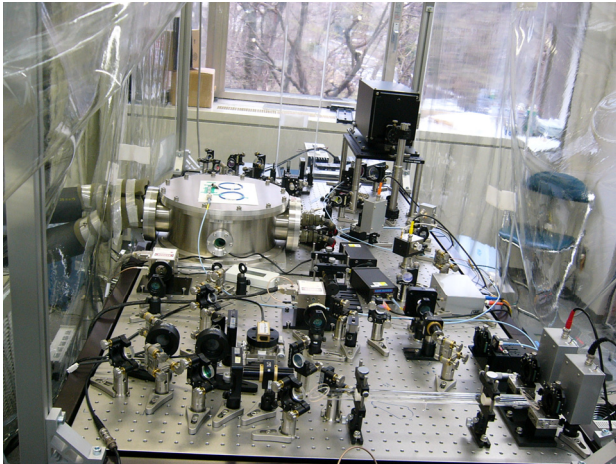


Fig.1 Picture of coherent lidar system

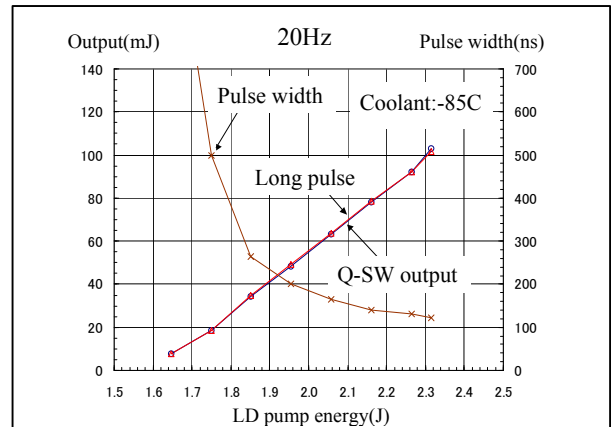


Fig.2.Tm,Ho:YLF oscillator performance

### 3. 中出力ライダー装置

都市部上空の風分布を複数のライダー装置やウィンドプロファイラーで観測する‘センシングネットワークプロジェクト’用に適度な出力のコヒーレントドップラーライダー装置を開発することになった。この装置で観測する領域は水平方向で 20 から 30km を予定しており、50mJ-100mJ で 20-30Hz のレーザーが必要と考えている。装置を複数個開発するために全体を小さなシステムにしたいと考えて、-80℃に冷やした 4mmΦ の Tm,Ho:YLF ロッドに 12 個の LD パッケージを使う新しいポンピングヘッドを開発した (Fig.3)。このヘッドを使い、空間モードが悪い状態であるが 100mJ 程度の出力が得られている。さらに 3 方向に溝をつけた別のタイプのロッドを使ったポンピングヘッドも製作中である。また、Tm,Ho:YLF は励起波長がほぼ同じ Tm,Ho:LLF に置き換え可能であり、将来はより効率の良い Tm,Ho:LLF に置き換える可能性もある。

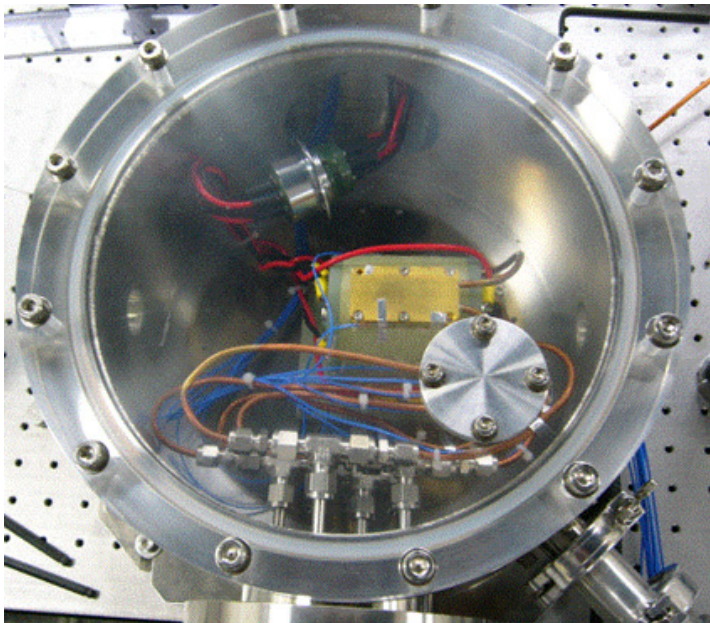


Fig.3 New pumping head in the enclosure

、将来はより効率の良い Tm,Ho:LLF に置き換える可能性もある。

センシングネットワークプロジェクトのテスト観測はすでに CTI 製の 7 m J(100Hz) トランシーバー (送受信機) に 2 軸スキャナーとデータ処理装置を組み合わせて実行中である。その結果の一部はこのシンポジウムの別の発表で紹介される予定である。新しい中出力のレーザーを使ったドップラーライダー装置は今中期計画中に開発され、東京都市部の詳細な風分布の情報をネットワークを通じて収集し、他の気象要素とともにダウンスケール気象モデルに生かされる予定である。

- 1) Mizutani K., et al., "Development of conductive cooled 2micron Lasers", Pro. 13<sup>th</sup> Coherent Laser Radar Conference, 32-35(2005).
- 2) S.W.Henderson, E.H.Yuen, and E.S.Fry, "Fast resonance-detection technique for single-frequency operation of injection-seeded Nd:YAG lasers", Opt,Lett., Vol.11, 715-717(1986).