

# 伝導冷却型 2 μm レーザの研究開発

## Development of conductive cooled 2micron lasers

水谷耕平<sup>1</sup>、板部敏和<sup>1</sup>、石井昌憲<sup>1</sup>、青木哲郎<sup>1</sup>、浅井和弘<sup>2</sup>、佐藤篤<sup>2</sup>

K.Mizutani<sup>1</sup>, T.Itabe<sup>1</sup>, S.Ishii<sup>1</sup>, T.Aoki<sup>1</sup>, K.Asai<sup>2</sup>, A.Sato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>情報通信研究機構, <sup>2</sup>東北工業大学

<sup>1</sup>National Institute of Information and Communications Technology

<sup>2</sup>Tohoku Institute of Technology

**Abstract:** We have been engaged in the development of technology for space-borne coherent Doppler lidar, which may be used for space-borne wind profile observations with an accuracy of 1 to 2 m/s. A pulse energy of 460mJ at 10Hz in a conductive cooled Tm,Ho:YLF (2.05micron) laser has been obtained. We are also developing lasers for wind and carbon dioxide measurements in the ground and air-borne.

### 1. はじめに

衛星搭載ドップラーライダーはグローバルに対流圏の風の高度分布測定を可能にする観測装置であると考えられており、その開発が期待されている[1]。全固体化アイセーフ・レーザを使った衛星搭載ドップラーライダーの研究が精力的に行われてきたが、いまだ実現していない。衛星搭載ドップラーライダーの技術及び有用性を示すための宇宙実証衛星の研究開発が必要である。我々は2 μm で発振する LD 励起固体レーザを使った対流圏大気風観測用のコヒーレントドップラーライダー (CDL) に関する研究を進めてきた。一方で、2 μm や 1.6 μm のレーザを使った差分吸収ライダーが二酸化炭素や水蒸気分布の観測装置として注目されるようになってきた。ここでは、衛星搭載ドップラーライダーのために開発してきた高出力 Tm,Ho:YLF レーザと地上や航空機搭載で風や二酸化炭素観測に使うために開発をはじめた中出力レーザについて紹介を行う。

### 2. サブスケールレーザ

衛星搭載コヒーレントドップラーライダーにとって全固体化アイセーフ・レーザは最も重要な構成部品のひとつである。我々は衛星搭載モデルに適用できるように、伝導冷却型 LD 励起固体レーザとして Tm,Ho:YLF ロッドを使い、500mJ の出力を得ることを目標に衛星搭載モデルの小型タイプであるサブスケールレーザの開発を行ってきた。試作したのは発振器と2段の増幅器からなるレーザ装置である。そのレイアウトを Fig.1 に示した。レーザロッドはすべてコンポジットタイプの Tm,Ho:YLF 結晶である。発振機と後段アンプのロッドでは Tm,Ho をドープした領域がアンドープの YLF 領域に囲まれている。初段アンプではアンドープの YLF の円柱が、Tm,Ho:YLF の円柱に励起 LD 側に接着されている。発振器は側面励起方式で共振器は一方向に光が進行するように組まれている。また、この発振器にはドップラーライダーで必要になる単一モード化のための種レーザが導入できるようになっている[2]。初段アンプは端面励起方式で4パスアンプを行う。後段アンプは側面励起方式でももとは4パスアンプとして設計されたが、現在は2パスアンプとして使われている[3]。このレーザで全体を10Hzで動かしたときにQスイッチ出力で460mJが得られた。このとき、発振機出力は3mJで初段アンプの出力は60mJであった。もともと、この実験をはじめた時には、最終的には2Jの出力の衛星モデルを考えており、500mJはそのステップであると考えていた。しかし、10Hz、500mJのパルス発振レーザの衛星モデルを考え直してみると、このレベルの

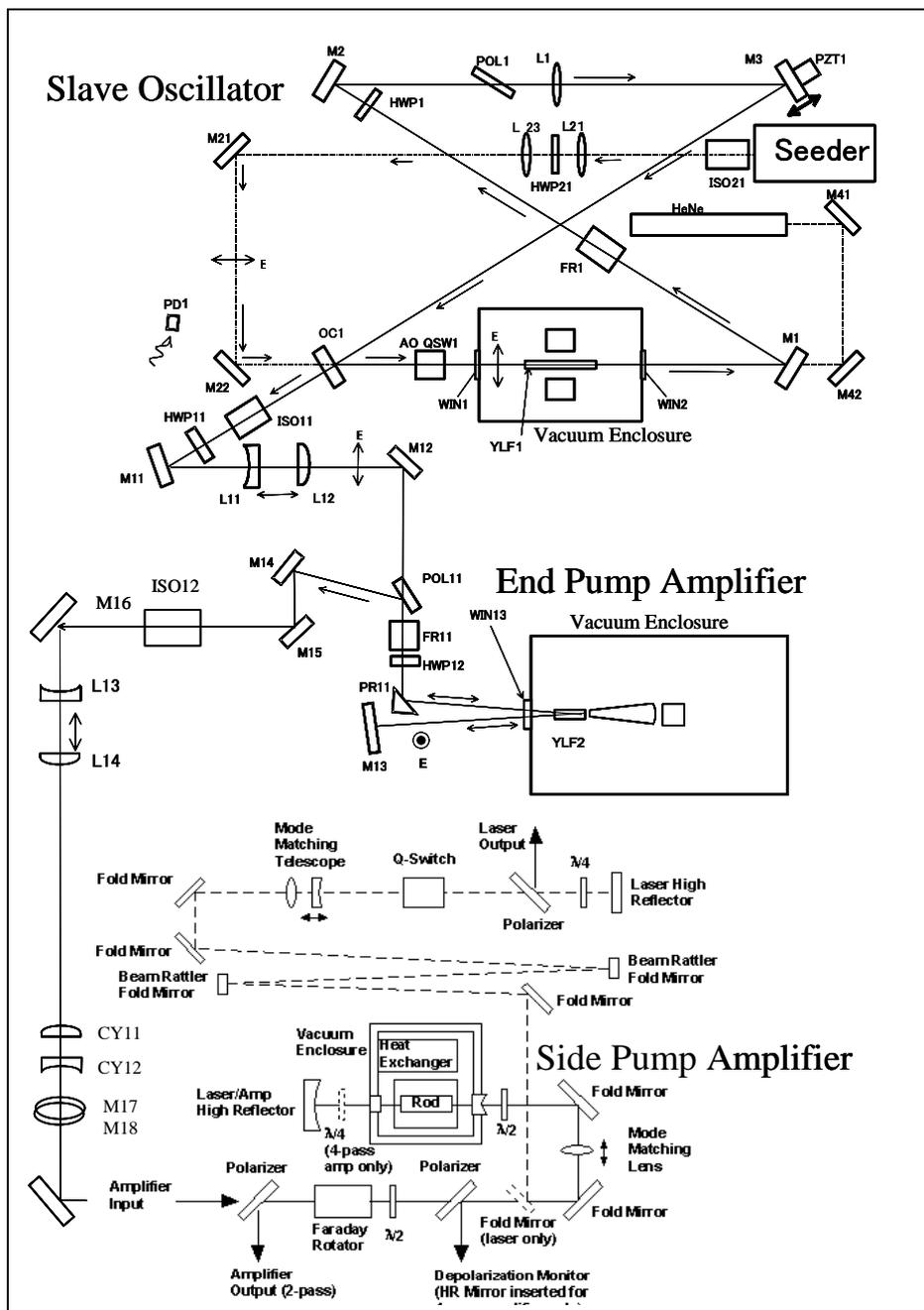


Fig.1 Layout of Tm,Ho:YLF sub-scale laser

### 3. 中出力レーザー

地上や航空機実験で使うための中出力、コンパクトな LD 励起伝導冷却型固体レーザーの開発をはじめた。目標とする出力は 20Hz で約 100mJ である。このレーザーのロッドは Tm,Ho:YLF を使い、必要によっては Tm,Ho:LuLiF に入れ替える。これらのレーザーは地上や航空機からの風、二酸化炭素、水蒸気の観測にコヒーレントライダーの光源として使うため、種レーザーの注入や吸収線への波長安定化の機能をつける予定である。

#### 参考文献

- 1 岩崎 他, "宇宙ステーション搭載コヒーレントドップラーライダーの風観測に関する科学計画書", 地球観測委員会/CDL-SG, 地球科学技術推進機構, 1999.
- 2 H. Fukuoka, et. al., SPIE Vol. 4153, pp. 455-462, 2000.
3. M. W. Phillips, et. al., SPIE Vol. 4153, pp. 376-384, 2000.

出力でもかなりの領域で必要な観測精度が実現できる見込みがある。小型衛星等のフリーファイヤーで 10 Hz、500 mJ あるいはもっと小さな 200 mJ 程度の出力のレーザーを搭載するモデルも考える価値がある。200 mJ 程度の出力のレーザーを搭載した衛星により、地上反射、境界層、雲だけを観測するコヒーレントドップラーライダーを上げるのも、技術実証としては一つの選択肢である。出力に関しては、レーザーロッドを Tm,Ho:LuLiF に入れ替える等の選択肢によりもっと効率的な発振が可能になるかもしれない。2 μm 固体レーザーの発振波長は二酸化炭素や水蒸気の吸収線の波長と重なるので、これらのレーザーはまた差分吸収ライダー用の発振機としても使える。衛星搭載で二酸化炭素の分布を観測するには非常に高出力のレーザーが必要とされるが、柱密度だけに目標を絞ると、レーザーに対する要求はずっと低くなる。