

水蒸気 DIAL 向け 1531.4 nm 平面導波路型増幅器

Planar Waveguide Laser Amplifier at 1531.4 nm for Water Vapor Differential Absorption Lidar (DIAL)

三菱電機(株)情報技術総合研究所 °廣澤 賢一, 崎村 武司, 今城 勝治, 亀山 俊平, 柳澤 隆行

Mitsubishi Electric Co., °Kenichi Hirosawa, Takeshi Sakimura, Masaharu Imaki,

Shumpei Kameyama, and Takayuki Yanagisawa

E-mail: Hirosawa.Kenichi@db.MitsubishiElectric.co.jp

水蒸気 DIAL (Differential Absorption Lidar)は大気中の水蒸気の鉛直分布を高分解能で得られる手法であり、近年急増している都市型の集中豪雨の予想のために重要な情報を得ることが可能である。水蒸気 DIAL は従来、730~900 nm の波長帯で実現されてきたが[1], その理由としてこの帯域の水蒸気の吸収係数が DIAL に適していることと、レイリー散乱が強いこと、送信強度と比較して装置で受信できる信号が強いということが挙げられる。しかし、この波長帯はアイセーフ波長ではないため、大気中に放射できるレーザーの強度が低いという欠点がある。当社の風計測ライダ装置では 1550 nm 付近の通信波長を使用しているが、この波長帯では 730~900 nm に比べてレイリー散乱が弱いものの、アイセーフ波長のため高出力のレーザーを放射でき、より長距離まで観測が可能である。加えて通信用光学機器が流用可能であるため、システム全体としてのコストを抑えることができる。そこで、通信波長で水蒸気 DIAL を実現するための、予備的な検討を行っている[2]。

通信波長で水蒸気 DIAL を実現するための課題として、水蒸気の吸収が弱いということが挙げられる。比較的強い吸収線は 1531.4 nm と 1528.7 nm に存在するが、この波長は図 1 に示す通り Er の吸収断面積が誘導放出断面積を上回っているため、多くの Er イオンを上準位に励起しなければ増幅が得られない。また、ライダに適した狭帯域かつサブマイクロ秒のパルス幅のレーザーは誘導 Brillouin 散乱の発生閾値が低いため、ファイバレーザでは高エネルギー化が難しい。このような問題を解決するために、風計測ライダ向けに開発した平面導波路型レーザー増幅器[3,4]を使って 1531.4 nm の高強度増幅を行った。

増幅器の出力と励起光強度の関係を図 2 に示す。結果として水蒸気の吸収線のある 1531.4 nm で最大 7.4 mJ という高エネルギーの増幅器を開発することができた。このときのパルス幅は 690 ns であった。ビーム品質としては M^2 が 1.8x1.5 となり、Ref. [3]より低下したが、ライダとして使用可能なビーム品質が得られた。

この増幅器を用いて水蒸気 DIAL システムを構築したところ、最大 2 km の距離で大気中の水蒸気量を計測することができた。

<参考文献>

- [1] G. Wager, et al., Appl. Opt. 52, 2454-2469 (2013).
- [2] M. Imaki, et al., in 18th Coherent Laser Radar Conference, T9 (2017).
- [3] 崎村武司, 他, レーザー学会学術講演会第 36 回年次大会 (2016) B410aII08
- [4] 廣澤賢一, 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (2016) 13a-B3-2

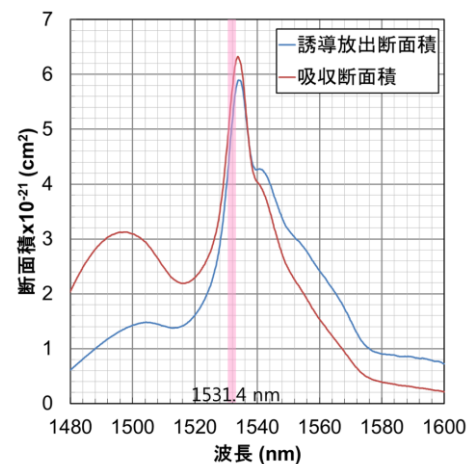


図 1: Er ガラスの誘導放出, 吸収断面積

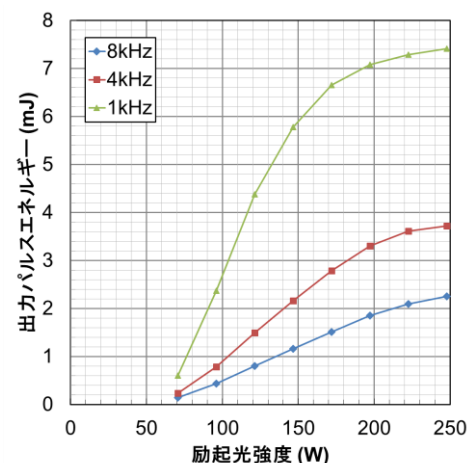


図 2: 導波路の出力特性