

高出力ヨウ素レーザービームの大気伝搬実験

Propagation experiment of a high power Chemical Oxygen Iodine Laser beam in the atmosphere

嶺 康晴¹⁾、鈴木 祐仁¹⁾、岡村 壽洋¹⁾、早川 明良²⁾、和仁 郁雄²⁾

Yasuharu MINE¹⁾, Yuji SUZUKI¹⁾, Toshihiro OKAMURA¹⁾, Akiyoshi HAYAKAWA²⁾ and Fumio WANI²⁾

1) 防衛庁 技術研究本部 第2研究所 光波電子戦研究室 (〒154-8511 東京都世田谷区池尻 1-2-24)

2) 川崎重工株式会社 (〒504-8710 岐阜県各務原市川崎町1番地)

1) Electro-Optical Warfare Research Section, Second Research Center, TRDI, Japan Defense Agency, 1-2-24, Ikejiri, Setagaya, Tokyo, 154-8511, JAPAN

2) KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD. 1 Kawasaki-cho, Kakamigahara City, Gifu-Pref, 504-8710 JAPAN

We report a preliminary beam focusing experiment of a high power Chemical Oxygen Iodine Laser using a large aperture Cassegrain telescope. In this preliminary experiment the 1.315- μm beam generated by a 10-kW COIL was propagated in the atmosphere and focused at a distance of ~ 100 m with the 50 cm diameter telescope. We found no significant degradation of beam focusing, and conclude ready to proceed to a longer range propagation experiment.

1. はじめに

レーザー光を長距離にわたって大気伝搬させた後に目標上で高いエネルギー面密度を得ようとする場合、レーザー波長の短波長化は効果的手法の一つであるが、他方、大気揺らぎの影響(特に、強度揺らぎ)はより強くなるため、総合的な集光特性については定量的、かつ、実験的に確認する必要がある。

筆者らは、波長 1.315 μm で動作し高出力化が可能で、かつ、国内でも近年加工用レーザーとして研究開発が進められている化学励起ヨウ素レーザー(COIL: Chemical Oxygen Iodine Laser)を短波長レーザー光源として着目し、今回、予備的な大気伝搬実験を行ったので報告する。

2. 集光伝搬実験

Fig. 1にCOIL, 大型カセグレン鏡, 各種計測機器等の光学配置及びビームの伝搬経路を示している。

COIL(川崎重工(株)社製^{i, ii, iii})から出射されたビームは、一部が出力測定用のパワーメータ及びジッター(ビーム指向方向安定性)モニタ用のカメラ(1)及び(2)でサンプリングされるが、大部分はビームエキスパンダへ入る。続いて、ビームエキスパンダから大型カセグレン鏡(防衛庁保有)に入射し、屋外の計測地点(伝

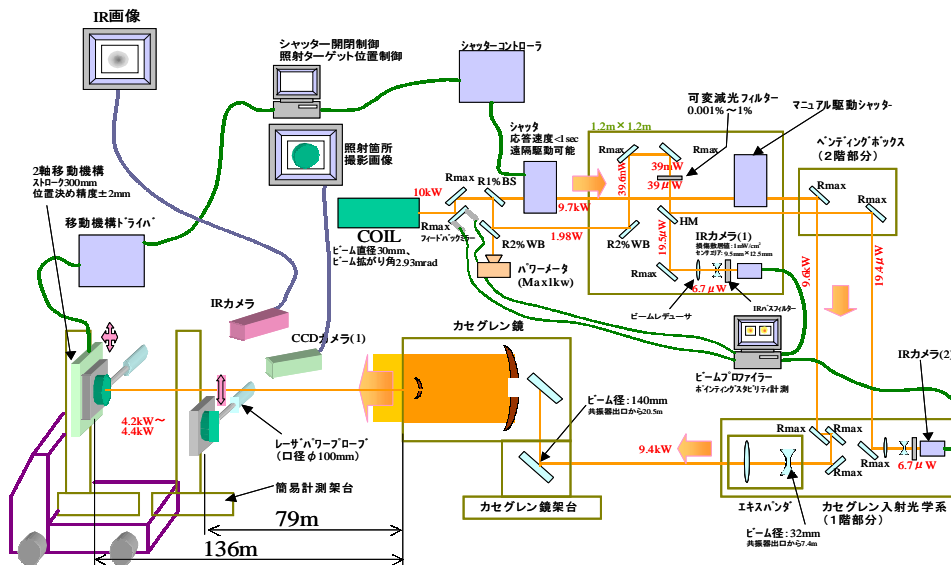
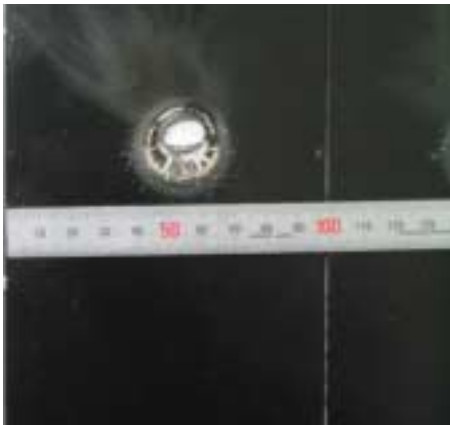


Fig. 1 Optical layout of the preliminary beam propagation experiment

搬距離 79 m 及び 136 m) へ向け送出される。伝搬先でのパワーはレーザーパワープローブ(株)オフィール社製 COMET)にて、また、ビームパターンについては、アルミ合金板上へ投影されたパターンを IR カメラ(浜松ホトニクス(株)製 C5332)にて観測し、ビームプロファイラ(同社製 LEPAS-11)に記録・格納された。



Pic. 1 Burned duralumin plate after irradiation of the COIL beam with 2 seconds of duration

記録されたデータは、強度揺らぎ(scintillation index σ_i^2)^{iv}、ワンダリング等を評価するために利用される。計測時間はいずれもビーム照射時間と同様 10 秒間とした。

筆者らは、まず、大型カセグレン鏡から送出されたビームに対して所望の集光がなされているかを確認するため、焦点位置を距離 136 m に設定するとともに、厚さ 1 mm のジュラルミン板を据え置き、ビームを照射した。ビームを 2 秒間照射した後のジュラルミン板表面の状況を Pic. 1 に示す。

長径約 13 mm の開口とそれを取り囲むように直径約 20 mm の領域で強い焼損が見られた。これは、幾何光学的に計算した焦点位置でのビームスポット径約 18 mm とある程度整合しており、筆者らは、この結果から、少なくともビームの集光に際して著しい収差等は発生していないと判断している。

つづいて、筆者らは、ビームプロファイラに記録された、約 10 秒間にわたるビームパターンの時間変化のデータをもとに σ_i^2 を計算した。79 m 及び 136 m 地点の実測値と理論値を比較すると、大きな差違が見られたが、これは、実験で使用したプロファイラのサンプリング周波数の関係上、見かけの揺らぎ量が小さくなったためと考えられる。一方、両地点で実測された σ_i^2 の比は約 7.6 であり、これは理論値の約 6.1 に近い。筆者らとしては、伝搬距離が 79 m から 136 m に延伸したことによる相対的な揺らぎの増加を捉えたものと考えている。

3. まとめ

本実験では、10 kW 級 COIL と口径約 50 cm の大型カセグレン鏡を光学的に接続し、高出力のヨウ素レーザー光(波長 1.315 μm)を距離約 100 m 先に集光した。短い伝搬距離での実験ではあったが、本実験を通じて、熱歪み等の特段の異常なく大型カセグレン鏡での集光が可能であることを確認することができた。これを踏まえ、筆者らは、今後、伝搬距離を数倍延伸したビーム集光・伝搬実験へ移行する予定である。

4. 参考文献

- i N. Naito et al., "Industrial COIL In Japan", Proceedings of 28th Plasma-dynamics and Lasers Conference, AIAA97-2392, 1997
- ii T. Takada et al., "COIL development in Kawasaki Heavy Industries, Ltd.", Proceedings of Gas and Chemical Lasers and Intense Beam Applications III, SPIE Vol. 4631, 2002
- iii F. Wani et al., "High-power COIL and YAG laser welding", Proceedings of Gas and Chemical Lasers and Intense Beam Applications III, SPIE Vol. 4631, 2002
- iv L. C. Andrews and R. L. Phillips, "Laser Beam Propagation through Random Media", SPIE Optical Engineering Press, 1998