

長距離伝搬非回折ビーム生成光学素子の多波長汎用性
Redundant characteristics of Long Range Non-diffracting Beam generation optics
for multi-wavelength light sources

千葉 健太郎¹⁾、鈴木 祐仁¹⁾、岩村 朋¹⁾、土志田 実¹⁾、有賀 規²⁾

Kentaro CHIBA¹⁾, Yuji SUZUKI¹⁾, Tomo IWAMURA¹⁾, Minoru DOSHIDA¹⁾ and Tadashi ARUGA²⁾

1) 防衛省 技術研究本部 電子装備研究所 センシングシステム研究室 (〒154-8511 東京都世田谷区池尻1-2-24)

2) 伊藤忠アビエーション株式会社 (〒107-0061 東京都港区北青山1-2-3 [青山ビル])

1) Electronic Systems Research Center, TRDI, Ministry Of Defense, 1-2-24, Ikejiri, Setagaya, Tokyo, 154-8511, JAPAN

2) ITOCHU AVIATION CO., LTD, Aoyama Bldg. 2-3, Kita-Aoyama 1-chome, Minato-ku, Tokyo, 107-0061, JAPAN

Long Range Non-diffracting Beam (LRNB) is quite attractive for laser beam propagation over a long distance because of its unusually small beam divergency and being less influenced by atmospheric turbulence effect. We show that LRNB can be generated for multi-wavelength light sources by simply optimizing the arrangement of the LRNB optics designed for a particular laser wavelength.

1. 緒論

レーザ光を長距離伝搬させるとき、大気による吸収、散乱、大気揺らぎ等の影響をできる限り抑制することが求められる。長距離伝搬非回折ビーム (LRNB: Long Range Non-diffracting Beam) は細いビーム幅を保ってあたかも回折による広がりがないかのように長距離を伝搬できる。また、大気揺らぎの影響が少ないといった特徴も有している¹⁻⁴⁾。筆者らはこれらの性質を応用して簡易・小型なビーム指向装置を実現できると考え、LRNB の特性解析を行っている⁵⁾。LRNB はビーム波面の曲率を中心 (光軸) から開口端へ向かう程小さくすることで生成することができ、方法としては、平面波に適当な波面を与える位相補正板をビームエキスパンダー (BE) の前面に取り付けて使用する方法、あるいは負の球面収差をもたせた接眼凹レンズと通常の対物凸レンズを組み合わせた透過望遠鏡型光学系 BE を使用する方法等がある。両者とも BE のレンズ間の距離を変えることで波面形状を制御して集光領域を変えることができる。また、1つの LRNB 生成光学素子で多波長のレーザに対応できる可能性がある。複数のレーザを使用するライダーのような装置では、多波長で出射波面を調整可能な透過望遠鏡型の方が有利である。なぜなら、各波長に対し LRNB 生成光学素子を準備する必要がなく、小型化・低コスト化等が期待できるためである。

本研究において筆者らは特定の波長用に設計された2種類の透過望遠鏡型 LRNB 生成光学素子を用い、その設計波長と異なる波長のレーザで LRNB が生成可能であることを実証したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

本実験では波長 633 nm と 1535 nm のレーザ用に設計された2種類の透過望遠鏡型 LRNB 生成光学素子に対し、それぞれ波長 1064 nm と 1340 nm の設計値以外のレーザを使用する。ビームは6枚の金コートミラーで折り返し、屋内で 200 m の距離を伝搬させている。光学系配置図を Fig. 1 に示す。LRNB 生成可否の判定は、各伝搬距離 (最大 200 m までの 10 m 間隔) でのエネルギー集中度を算出し、理論計算値との比較をすることで行う。ここで、エネルギー集中度とは LRNB 生成光学素子出射直後でのパワーに対す

る、各伝搬距離におけるビーム中心の一定範囲内（パワーメータ（オフィール製 3A）の受光部直径 9.6 mm）への入力パワーの比率（%）と定義する。

3. 実験結果

波長 1535nm のレーザ及びそのレーザ用 LRNB 生成光学素子を用いた場合のエネルギー集中度の実験値と理論計算値を Fig. 2 に示す。両者が精度よく一致していることから、LRNB 生成光学素子は設計通りの LRNB を生成していることが確認された。次に Fig. 3 に波長 1064 nm と 1340 nm のレーザにおける結果を示す。どちらも理論計算値に対して実験値が精度よく一致しており、設計値と異なる波長のレーザを使用しても、LRNB を生成できることが分かる。

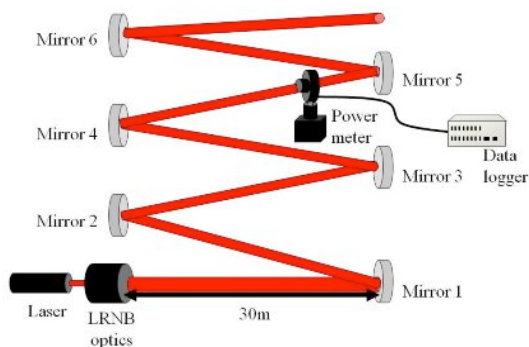


Fig. 1 Experimental setup.

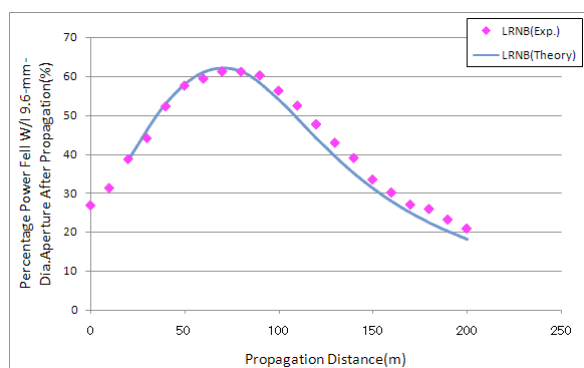


Fig. 2 Experimental plots vs. theoretical curve for power concentration of laser beam at 1535 nm.

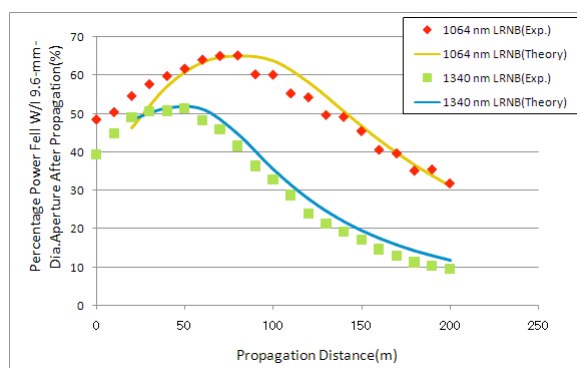


Fig. 3 Experimental plots vs. theoretical curve for power concentration of laser beam at 1064 nm and 1340 nm with the LRNB optics designed for 1535 nm.

4. まとめ

波長 633 nm と 1535 nm 用に設計された透過望遠鏡型 LRNB 生成光学素子を用い、設計と異なる波長であっても LRNB が生成されることを示した。このことから、透過望遠鏡型 LRNB 生成光学素子は複数の波長に対応でき、高い汎用性を有することが実証された。

参考文献

- 1) T. Aruga, "Generation of long-range nondiffracting narrow light beams," *Appl. Opt.* 36, 3762-3768 (1997).
- 2) T. Aruga, S.W. Li, S. Yoshikado, M. Takabe and R. Li, "Nondiffracting narrow light beam with small atmospheric turbulence-influenced propagation", *Appl. Opt.*, 38, 3152-3156(1999).
- 3) 有賀 規, 國森裕生, 梅津 純, "長距離伝搬非回折ビーム (LRNB) の生成実験" 第23 回レーザーセンシングシンポジウム 予稿集 pp. 187~188, 2004.
- 4) 有賀 規, "長距離伝搬非回折光ビーム" レーザー研究 Vol. 32, No. 5 May 2004, pp. 352~356.
- 5) 鈴木 祐仁, 嶺 康晴, 西岡 俊治, 岡村 壽洋, 有賀 規, "赤外領域における長距離伝搬非回折ビームの発生", 第 24 回レーザーセンシングシンポジウム 予稿集 pp. 141~142, 2005.