

長距離伝搬非回折ビームの波面計測

The measurement of the wavefront of a Long Range Non-diffracting Beam

鈴木 祐仁¹⁾、千葉健太郎¹⁾、岩村 朋¹⁾、前田 真吾¹⁾、古味 孝夫¹⁾
Yuji SUZUKI¹⁾, Kentaro CHIBA¹⁾, Tomo IWAMURA¹⁾, Shingo MAEDA¹⁾ and Takao KOMI¹⁾
防衛省 技術研究本部 電子装備研究所 (〒154-8511 東京都世田谷区池尻 1-2-24)
Electronic Systems Research Center, TRDI, Ministry Of Defense,
1-2-24, Ikejiri, Setagaya, Tokyo, 154-8511, JAPAN

Abstract

We have succeeded in the first observation of the wavefront of a Long Range Non-diffracting Beam. The agreement between theoretical and experimental results was fairly well.

1. はじめに

我々が研究を進めている長距離伝搬非回折ビーム(LRNB : Long Range Nondiffracting Beam)^{1),2)}は、過去に我々が行った実験から、大気揺らぎの影響を抑制する効果があることを実証してきた^{3),4),5),6)}。また、透過型LRNB光学素子は広い波長領域でLRNBが生成可能であることも示した⁷⁾。LRNBは特殊な波面形状を形成することにより生成できることが理論上知られているが¹⁾、実際に波面計測した例は過去にない。今回の報告では、Er添加ガラスレーザ(波長 1535 nm)のLRNBを生成してLRNB波面形状を観測し、得られたデータに関してフィッティングを実施したところ、精度良く一致した結果が得られたので、これらについて報告する。

2. 波面計測実験

実験配置図を Fig. 1 に示す。使用した光源は、Er 添加のガラスレーザ[Cobolt 社製 Tango:波長 1535 nm, 平均出力 31 mW, 繰り返し周波数 6.6 kHz, パルス幅 3-5 ns, ビーム拡がり角(全角)24 mrad]であり、ビーム中心付近の一様強度となっている部分のみが LRNB 光学系に入射する。LRNB 光学系からは 25 mm のビーム径で出射され、波面センサ[メスグリオ社製 CLAS-IR]に入射する。波面センサは、31 mW のパワーを投入すると飽和することに加

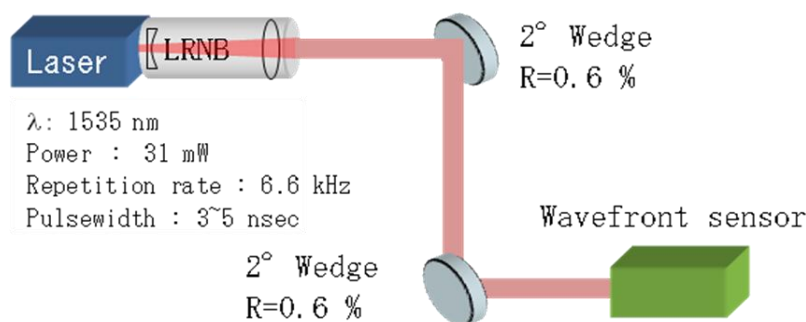


Fig. 1 Experimental setup to measure the Wavefront of LRNB.

えて、反射率の低いミラーを使用すると裏面反射が波面センサに入ることを避けるため、反射率 0.6%のウェッジ(ウェッジ角 2°)を 2 枚使用して減光し、波面センサに入射した。

3. 実験結果

実験結果をまとめたグラフを Fig. 2 に示す。このグラフは、波面センサで取得したデータ、LRNB 理論値(計算機シミュレーション結果)、取得したデータに対するフィッティング結果の 3 つをまとめたグラフである。波面セン

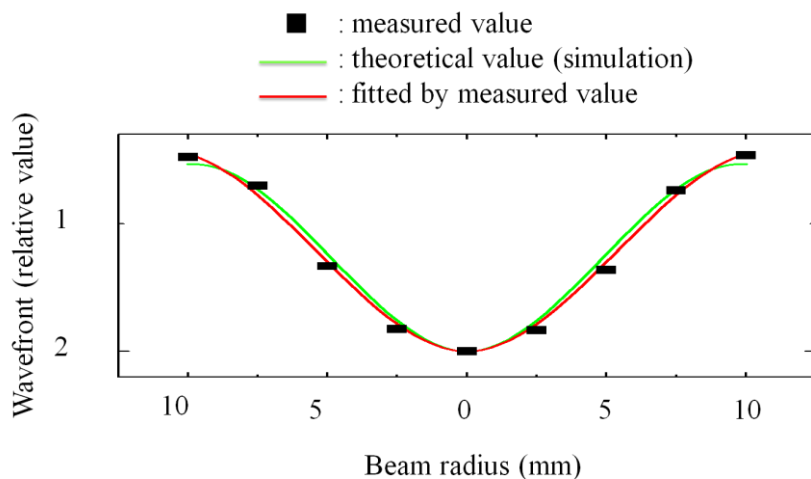


Fig. 2 The wavefront of a LRNB. The experimental values agree well with the theoretical results.

サで取得したデータから、適当な断面を切り出し、得られた数値をプロットした後、LRNB 波面形状を表す数式によるフィッティングを行った。更に、計算機シミュレーションから算出した理論値(LRNB 光学素子の設計値)をグラフに重ねることにより比較する。

グラフより、取得したデータと LRNB 理論値(計算機シミュレーション結果)が、高い精度で一致していることが見てとれる。また、取得したデータに対するフィッティング結果より得られたパラメータを抽出し、LRNB 理論値(計算機シミュレーション結果)と比

較した結果も極めて高い精度で一致している。この結果より、製作した LRNB 光学系は高い精度で設計することができたといえるが、今回に関しては、有効径 50 mm の波面センサに対して、25 mm のビーム径で入射したため、計測データポイントが少なかったことから、今後はデータ点数を増やすことにより、更に高精度の計測をし、評価することが可能である。

LRNB の波面形状を初めて計測することに成功した。LRNB 光学系は極めて高い精度で製作可能であることから、将来レーザーの長距離伝搬に有効な光学系として安定供給できることが示された。

4. 謝辞

本研究の遂行にあたって、伊藤忠アビエーション株式会社(元通信総合研究所 先端光技術研究センター長)の有賀規博士、川崎重工業株式会社の永井亨氏、早川明良氏、和仁郁雄氏に貴重なご助言をいただきました。この場を借りて感謝いたします。

5. 参考文献

- 1) T. Aruga, "Generation of long-range nondiffracting narrow light beams," *Appl. Opt.* **36**, 3762–3768 (1997).
- 2) 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.
- 3) Yuji SUZUKI et al., "Atmospheric propagation experiment of Long Range Non-diffracting Beam using an annular-beam infrared laser" *Reviewed and Revised Papers Presented at the 23rd International Laser Radar Conference, Part I*, pp. 125–126, 2006.
- 4) 鈴木 祐仁 他, "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.
- 5) 鈴木 祐仁 他, "大口径位相板による長距離伝搬非回折ビームの大気伝搬実験", 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム 予稿集 pp. 157–158, 2007.
- 6) 鈴木 祐仁 他, "強い大気揺らぎ条件下における長距離伝搬非回折ビームの大気伝搬実験", 第 26 回レーザーセンシングシンポジウム 予稿集 pp. 90–91, 2008.
- 7) 千葉健太郎他, "長距離伝搬非回折ビーム生成光学素子の多波長汎用性", 第 27 回レーザーセンシングシンポジウム 予稿集 pp. 122–123, 2009.