

# マイクロチップレーザ励起光源を用いたレーザレーダ装置の構築

香川 直己<sup>1</sup>, 横藤田 光輝<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福山大学 工学部 (〒729-0292 広島県福山市東村町字三蔵 985 番地の 1)

<sup>2</sup>株式会社ユニタック (〒722-0212 広島県尾道市美ノ郷町本郷字新本郷 1-60)

## Construction of a Laser Radar System Using a Microchip Laser Pumping Source

Naoki KAGAWA<sup>1</sup>, Koki YOKOFUJITA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fukuyama Univ., 985-1 Higashimura-cho, Fukuyama, Hiroshima 729-0292

<sup>2</sup>Unitac Co.,Ltd.,1-60 Shin-Hongo, Minogo-cho, Onomichi, Hiroshima 722-0212

**Abstract:** The LIDAR (laser radar) system in Fukuyama University was constructed to observe Asian-dust “KOSA” along the Seto Inland Sea coast in cooperation with the Asian dust and aerosol lidar observation network (AD-Net), which is managed by the National Institute for Environmental Studies. First light was obtained in 1999. Since then, observations were conducted mainly from February to May until 2007, during the period when the arrival of DSS was most pronounced. However, observations have been suspended since 2008 due to the relocation of the observation system following the relocation of the faculty building and the failure of the excitation light source. We are now trying to revive this lidar (laser radar) system by converting the excitation light source to a microchip laser, and we report on the progress of the revival.

**Key Words:** laser radar, LIDAR, microchip laser

### 1. はじめに

福山大学のライダー（レーザレーダ）システムは、国立環境研究所が統括する東アジアライダーネットワーク（AD-Net: the Asian dust and aerosol lidar observation network）<sup>1)</sup>に協力し瀬戸内沿岸の鉛直情報の黄砂観測を行う目的で構築し、1999年にファーストライトを得ることができた<sup>2)</sup>。以降、2007年まで主に2月～5月の黄砂の飛来が顕著な期間に観測を行っていた<sup>3-5)</sup>。その中で、2001年には「アジア地域でのエアロゾルの化学組成と物理的特性を明らかにするための国際協同研究計画（ACE-Asia: Aerosol Characterization Experiment in Asian Region）」にも協力した<sup>6)</sup>。

本学の所在（北緯 34° 27'25.0"N 東経 133° 13'51.4"E 標高 59.9m）する広島県福山市東村町は年間を通じて気象が安定し晴天日が多く、また、大学の南東約 2km に福山特別地域気象観測所（松永町 北緯 34° 26'48.9" 東経 133° 14'51.3" 標高 2m）があり、気温、風向風速、日照量、降水量、湿度を測定および公開していることもあり、瀬戸内地域における信頼性の高いライダーサイトの運営を目標とし、偏光解消度の計測可能な偏光ミラーライダーを用いて観測を行っていたが、2007年の観測を最後に観測システムのあった工学部棟の移転およびレーザ光源の不調により長く観測を中断している。移転前の旧工学部棟で稼働していた本学の偏光ミラーライダーは Nd:YAG レーザの第 2 高調波(532nm)を光源とし、パルスエネルギー 30mJ、繰り返し周波数 10Hz で 7 分間出射し、1 時間に 4 回の自動観測を行っていた。

一方、非常にコンパクトでありながら高尖頭出力を可能とするダイオード励起パッシブ Q スイッチ固体レーザはマイクロチップレーザと呼ばれ、その短いパルス時間幅と高いパルスエネルギー特性から、レーザマーキングやマイクロマシニングなどの微細加工、紫外から赤外までの任意の波長領域への高効率な非線形変換に適している<sup>7-9)</sup>。

そこで、励起光源として使用していた Nd:YAG 固体レーザをマイクロチップレーザに転換し、SHG および受信光学系を再利用することで、ライダーシステムを再構築することを試みている。本稿ではその経過について報告する。

### 2. 福山大学旧工学部棟設置のライダーシステム

旧工学部棟に設置されていたライダーシステムは、フラッシュランプ励起の Nd:YAG レーザの第 2 高調波 (532nm) を光源とする偏光ミラーライダーであった。第 2 高調波光を半波長板によって地面に水平な直線偏波とした後、垂直上方に打ち上げ、上空の微粒子による後方散乱光をシュミット・カセグレン望遠鏡（焦点距離 3910mm）で集光する。背景光除去のための視野絞りを通過した背景光を後方散乱光強度、水

平および垂直偏光強度のそれぞれを 3 本の光電子増倍管 (PMT) で電気信号に変換するという典型的なものである。旧システムの運用時の第 2 高調波レーザ出射の仕様は、パルスエネルギー 30mJ, 繰り返し周波数 10Hz, 尖頭出力は 4MW 程度 (パルス幅 (FWHM) 7~8ns) であり, 高度 12km までのデータを得ていた。

### 3. 使用したマイクロチップレーザの特性

使用したマイクロチップレーザは, 受動 Q スイッチ型である。このレーザ, 高い尖頭出力が得られる上に, 高電圧電源や高周波電源を必要としないため, 安全であり, 小型, 低コスト, 可搬性に優れているとされる<sup>7-9)</sup>。

Table.1 に使用したレーザの性能諸元<sup>10)</sup>を掲載する。

### 4. 実測結果

フラッシュランプ励起の Nd:YAG レーザの励起ユニットおよび Q スイッチモジュールを取り外し, このマイクロチップレーザユニットを外部 SHG ユニット前に設置した (Fig.1-(a))。このレーザは, マイクロチップレーザ励起電源 (Fig.1-(b)) に内蔵された LD から光ファイバで導波された 808nm 光で励起される。Table.1 においては, 波長 1064nm, 繰り返し周波数 100Hz でパルスエネルギーが 3mJ となっている。パルス数 6064 回の 70 秒間の実測から得たパルスエネルギーは 3.40mJ, また, パルス数 59851 回の 660 秒間の実測から得たパルスエネルギーは 3.47mJ であり, 実際は 3.4mJ 程度の励起光(1064nm)のパルスエネルギーが得られた。

パルス幅の実測結果を Fig.2 に示す。これより, パルス幅は 1.30ns となった。このことから尖頭出力は 2.6MW 程度であると推定される。この励起光源を SHG 結晶に入射した結果, 532nm の緑色光を得ることができた (Fig.1-(c))。また, この光を間接的に受信光学系に導いたところ, 受信電気信号を得ることができた。

### 5. まとめ

2007 年まで稼働していた偏光ミラーライダの SHG ユニットおよび, 送受信光学系を転用した 1064nm 発振のマイクロチップレーザを励起光源としたレーザレーダ装置の構築を試みた結果, 532nmSHG 光の発生及び, 受信光学系の稼働を確認できた。今後, 送受信光学系のアライメントを進め, ファーストライトを得て第一段階として, 高度 2.5km までの連続データを得ることが目標である。

### 参考文献

- 1) <https://www-lidar.nies.go.jp/AD-Net/>
- 2) 香川直己, 辻原佳奈, 三島匡記: 福山大学工学部紀要 **23** (2000) 23.
- 3) 柳井健宏, 高尾和也, 香川直己: 福山大学工学部紀要 **27** (2003) 7.
- 4) 香川直己: 福山大学工学部紀要 **30** (2006) 13.
- 5) 香川直己: 福山大学工学部紀要 **31** (2007) 9.
- 6) A.Shimizu, N.Sugimoto, I.Matsui, K.Arao, N.Kagawa, I.Uno, T.Murayama, k.Aoki: J.Geophys. Res.,**109**, (2004) No.D19.
- 7) T. Taira, Y. Matsuoka, H. Sakai, A. Sone, and H. Kan : OSA/CLEO (2006) CWF6.
- 8) T. Taira : Rev. Laser Eng. **37** (2009)227.
- 9) T. Taira : OPTICAL MATERIALS EXPRESS, **1**, (2011) 1040.
- 10) <https://unitac.net/micro-12/>

Table1 Specification of the Microchip Laser<sup>10)</sup>.

		unit
Wave Length	1064	nm
Max. Energy/Pulse	3	mJ/Pulse
Pulse Width	1.5	ns
Repetition	100	Hz
Peak Power	2	MW
Beam Diameter	1.2	mm



Fig.1 (a)Microchip Laser Head, (b)Laser Power Supply for Pump LD@808nm and (c)Transverse Plane of SHG Laser beam.



Fig.2 Measured Output Pulse of Microchip Laser@1064nm.