

# ISS 搭載レーザー高度計用レーザー送信機の研究開発

境澤 大亮<sup>1</sup>, 大川 洋平<sup>1</sup>, 三橋 怜<sup>1</sup>, 澤田 義人<sup>1</sup>, 今井 正<sup>1</sup>, 木村 俊義<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宇宙航空研究開発機構研究開発部門センサ研究グループ (〒308-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1)

## English Title Must Be Written in This Style

Daisuke SAKAIZAWA<sup>1</sup>, Yohei Ohkawa<sup>1</sup>, Rei MITSUHASHI, Yoshito SAWADA<sup>1</sup>,  
Tadashi IMAI<sup>1</sup>, and Toshiyoshi KIMURA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

**Abstract:** The first earth observation lidar Multi-footprint Observation Lidar and Imager (MOLI) has studied and developed. The MOLI mission will operated on ISS whose primary mission is the monitoring of the Earth's forest canopy height. JAXA is planning the MOLI mission to be launched tentatively in 2025. In this paper we will show the development effort of the laser transmitters for the MOLI altimeter.

**Key Words:**ISS-borne laser altimeter, Q-switched pulse laser for canopy height measurement, MOLI

## 1. はじめに

地球環境における炭素循環や、森林分布、地盤高データによる3次元地図精度改善の重要性を背景に、日本では宇宙ステーション日本実験棟曝露部にライダーとイメージャを設置し、林冠高や森林構造を森林の状態と共に観測を行うライダーミッション(MOLI ミッション)の計画を進めている。

林冠高データとして現在先行して利用される、ICESat<sup>1)</sup> (2003-2011)やICESat-2<sup>2)</sup> (2018-), GEDI<sup>3)</sup> (2018-)はライダー単体での計測であり、観測フットプリント周辺の傾斜情報、緯度経度の同定精度に疑問が残る指摘がある。MOLIでは、ライダーとイメージャの同時観測を行うことで同定精度の向上を図るとともに、観測地点の生育状況も観測する。また、先行事例をもとにした改善点として、地盤面傾斜の推定も併せて行い、林冠高の推定精度、地盤高データを用いたデジタル地図の精度向上を目指している。本発表ではMOLIの実証で重要になるレーザー送信器の現状について報告する。

## 2. MOLI 用レーザーの概要

### 2.1 要求仕様

MOLIに搭載を予定しているレーザー送信器の仕様を Table 1 に示す。

Table 1. The specification of MOLI

Items	Specifications
Mission Instrument	○LIDAR ・ Laser wavelength/ 1064nm ・ Total Beam energy/ 40mJ ・ Beam divergence:62.5μrad ・ Pulse width / less than 7ns ・ Footprint diameter / Φ25m ・ Laser Pulse Repetition Frequency / 150Hz
Operation	Over 1year
Operational orbit	ISS orbit (Inclination: 51.6 deg) Non-synchronous at an altitude of 400km

MOLIのレーザー送信器は、波長1064nmで40mJのQ<sub>sw</sub>レーザーパルスを7ns以下のパルス幅で生成する。構成は主発振器と光増幅器からなるMOPA構成とした。構成、外観をFig.1に示す。軌道上の運用開始後アライメント調整を行うことは難しく、ある程度の温度範囲に晒されることになる発振器は、可能

な限り低出力化し、発熱に伴う共振器のアライメント変動や出力低下に対して、堅牢となるよう、励起光はファイバカップリングレーザー(Fiber Coupled Laser Diode:FCLD)による端面励起 Qsw パルスレーザーとした。FCLD は発振器より離れた場所に配置することで、励起光源の発熱による Qsw 発振器のアライメント変動も抑制する形とした。

## 2.2 MOPA

発振器出力は光アイソレータを介して前段、後段の 2 段増幅器により 40 mJ に増幅される。発振器および光増幅器に使用するレーザー媒質は、Nd:YAG セラミックスを採用している。MOPA 全体は、レーザー構成部材に使用される接着剤や線材、部材そのものから発生するアウトガスやレーザー機器以外から飛来するアウトガスを除外するため、与圧管体に封入して使用する。管体に封入する気体は乾燥空気とし、封入圧力は 1 気圧、内部で使用する接着剤やその重量は別途試験を実施した条件を適用した。管体内部には MOPA を配置した光学ベンチに加えて、ポッケルスセル駆動用の高電圧ドライバ (3.45kV,10ns)、LD 波形モニタ、気圧センサ、温度センサ、冷却用コールドプレートが内蔵されている。

## 3. 試作試験

MOLI 搭載用高出力パルスレーザー (6W クラス) の寿命評価用モデルおよび耐環境評価試験モデルを内製し、真空中での寿命評価を実施した。MOLI ミッションで想定する 1 年間を連続で動作した場合の約 50 億ショットを超える約 60 億ショットに到達した。

1 ショットごとのビームプロファイルから重心位置を求めその相対変動をプロットしたポインティングの安定性評価では観測時間 90 分間、環境温度が  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  で変化する中で、 $21\mu\text{rad}$  の円内に収まった。レーザーは最終的に 8 倍の送信望遠鏡で射出されるため、ビーム射出方向の揺らぎとしては十分小さい値に抑制できていることを確認した。遠視野におけるビームプロファイルと、 $M^2$  の値も開始から終了まで 1.55 前後で推移しており、 $\text{TEM}_{00}$  のビーム形状を保持していた。また試験期間中を通して管体の空気封入能力も保持されており、試験開始当初から 1% 程度の減少で抑制でき、管体内部の封入環境は安定した状態を保持できた。

## 4. おわりに

ISS 搭載 MOLI ミッションで使用するレーザー送信機について、寿命評価試験や耐環境評価試験を実施し、MOPA の設計や性能評価について妥当性を確認することができた。今後は、試験で得られた結果を、フライトモデルの設計にフィードバックしていく予定である。

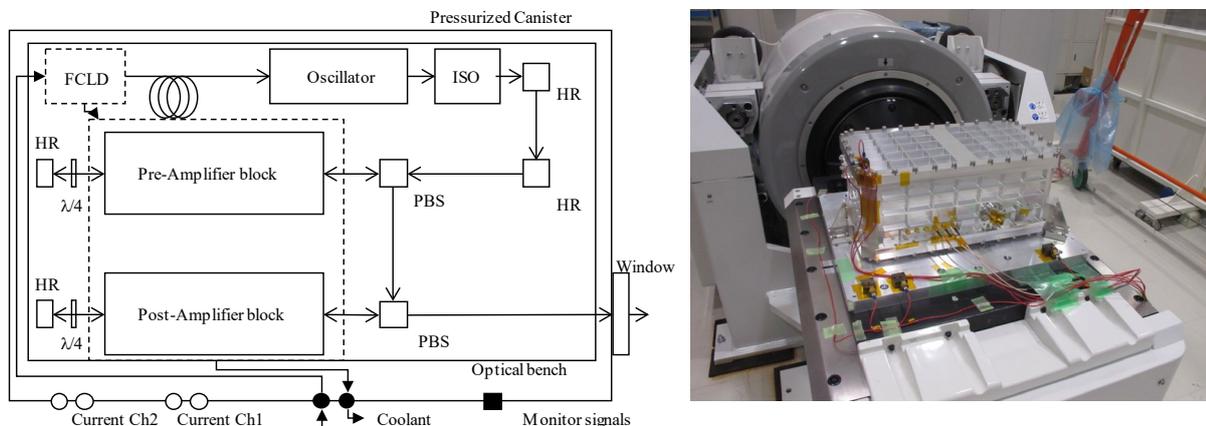


Figure 1. MOPA layout and pressurized canister

## 参考文献

- 1) J.B.Abshire et al. Geophys. Res. Lett. 32 (2005)
- 2) L.A.Margruder and K.M. Brunt, IEEE Trans Geosci Remote Sens 56 (2018) 2911.
- 3) P.R. Stysley et al., Opt. Laser Technol. 68 (2015) 67.