

ISS 搭載レーザー高度計のプロジェクト化に向けて

境澤 大亮¹, 大川 洋平¹, 三橋 怜¹, 澤田 義人¹, 今井 正¹, 木村 俊義¹

¹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 SAKAIZAWA¹, Yohei Ohkawa¹, Rei MITSUHASHI, Yoshito SAWADA¹,
Tadashi IMAI¹, and Toshiyoshi KIMURA¹

¹Japan Aerospace Exploration Agency, 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

Abstract: We drives the project MOLI (Multi-footprint Observation Lidar and Imager), which is the space lidar on the ISS as 3 following objectives, 1) to reduce the uncertainty of the carbon cycle among the earth's atmosphere, land, and ocean, 2) to demonstrate the 3D map accuracy, and 3) to demonstrate the Lidar, especially, laser transmitter in orbit. .

Key Words: ISS Laser altimeter, LIDAR, MOLI

1. はじめに

JAXA では ISS 搭載ライダーミッション(Multi-footprint Observation Lidar and Imager, MOLI)の実現に向けて研究・開発を行っている。当初の森林観測・宇宙用ライダーの技術実証に、3次元地図の高精度化の実証を加え、プロジェクト化に向けた活動を行っている。

本シンポジウムでは MOLI ミッションの概要と進捗について報告する。

2. MOLI システムの概要

MOLI は、国際宇宙ステーション (ISS) の曝露部ヘライダーとイメージャの同時搭載を行い、森林観測、地盤面高度の計測を行うミッションである。レーザー高度計は、Q スイッチパルスレーザーを照射し、対象までのパルス往復時間を測定し、その波形情報を解析することで樹冠高、地盤面の情報を取得する。過去の先行事例である ICESat¹⁾では林冠高計測において、照射フットプリント内部及び周辺の地盤面傾斜が計測誤差の主要因であると報告されており、MOLI では Fig. 1 に示す通り、2本のレーザーを出射し、それぞれを個別の検出器で同時計測し、フットプリントの標高から地盤面の斜度を推定して樹冠高を補正する高精度な測定システムとした。また、ICESat/ICESat-2, GEDI^{2,3)}等先行例では、フットプリントの位置確定

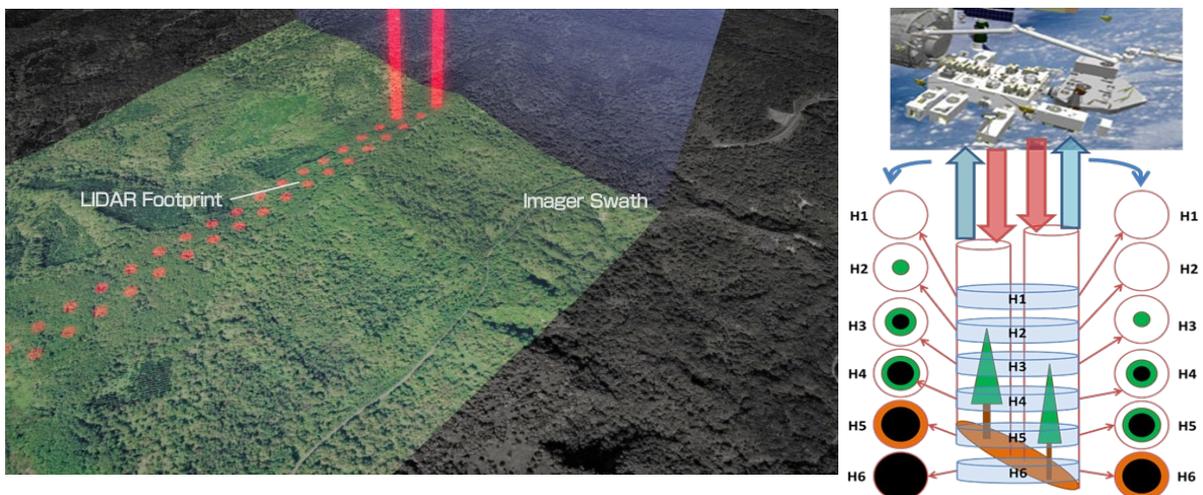


Figure 1 Concept of MOL observation and terrain slope calibration

にイメージャが必須であるという要求に基づいてイメージャも同時搭載する。

3. MOLI ミッションの目標

3.1 3次元地図高精度化実証

ALOS のパンクロマチック立体視センサ(PRISM: Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping)で取得したデータを基に作成された、全球高精度 3次元地図(AW3D)は大規模なインフラ建設の土地状況調査・建設ルート選定、都市開発計画検討、災害シミュレーション等の分野で活用されている(世界115ヶ国以上、900プロジェクト以上)。一方AW3Dが抱える課題は、森林エリアにおいて地盤高の直接計測データから校正した、数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)の生成が困難なことにある。DTMは数値表層モデル(DSM: Digital Surface Model)から地上構造物を除去して生成するが、森林エリアでは、除去する森林の高さ情報や、森林下の地盤面データの真値が無くDTMの誤差が大きい。局所的には10m以上の誤差がある場所もあるものの、強い要望もあって精度保証できない条件でも使用している状況である。

MOLIでは後述するように森林の林冠高計測の過程で必ず地盤面の高さを取得することから、得られた地盤面高度とイメージャの同時観測からDTM精度の改善ができるか実証することを掲げている。

3.2 森林バイオマスの高精度推定

全球平均気温上昇幅の推定は、温暖化防止対策の立案とその効果を考える上で重要である。現在、様々な推定を通じた予測において、炭素収支の不確実性が及ぼす影響は大きい⁴⁾。この不確実性に及ぼす要素の中で、陸域の炭素収支量の不確実性が大きく、重要な役割を担うと考えられているのは森林であり、その指標となるものが森林バイオマスである。この値の正確な取得方法は、直接樹木の乾燥重量を測る方法であるが、樹木を切倒して測定する必要があるため、広域データを取得するには限界がある。

これまでの研究により森林バイオマスと樹冠高の間には一定の相関関係が認められており、ICESatやICESat-2、GEDIにおいて林冠高の計測を通じたバイオマス推定が実施されている。いずれの観測においてもレーザー照射点の緯度経度情報と検証データの差異が比較的多く、ライダー観測時にイメージャによる同時搭載が強く要望されている。

3.3 地球観測用ライダーの技術実証

NASAでは2003年のICESat、ESAでは2017年にAeolusを軌道上で運用が開始されているものの、日本における衛星搭載ライダーは惑星探査の実績のみである。探査用と地球観測用途ではライダーの設計思想が異なり、軌道上での運用開始以降ミッション期間以上の運用を大出力で求められるようになっていく。他方、数は少ないものの運用されている地球観測用ライダーデータは気象、森林、極域と広い分野で利用されている。実現に向けてレーザーに対する寿命確保や性能達成や排熱処理等克服する課題が多岐にわたるが、MOLIミッションを通じて宇宙における高輝度レーザー運用の技術獲得を目指している。

JAXAでも高出力パルスレーザーの長寿命化に係る研究に取り組んでおり、内製で衛星搭載用高出力パルスレーザー(6Wクラス)を試作し、真空中での寿命試験、振動試験、熱試験を実施した。真空中に配置した試作レーザーの連続照射を2015年12月より実施し、1.5年間の運用で出力が急激に減衰することなく動作した。現在2度目になる連続運転の試験準備に入っている。

4. 進捗状況

レーザー送信器の試験モデル評価を含めたコンポーネントの評価試験、航空機試験を通じた照射位置特定、林冠高測定精度の向上に関するアルゴリズム検証を終えた。これらに基づいて、MOLIのミッションで要求している内容の妥当性評価を終え、プロジェクトとしての準備段階に向けたプロジェクト準備審査を予定している。この審査を通過すれば研究段階からプロジェクト化に向けて本格的に活動を開始できる。

参考文献

- 1) James B. Abshire et al.: Geophys. Res. Lett., **3**, (2005) L21S02.
- 2) Paul R. Stysley et al.: Optics & Laser Technology, **68** (2015) 67.
- 3) T. Markus et al.: Remote Sensing of Environment **190** (2017) 260.
- 4) IPCC: 5th Assessment report climate change the Physical Science Basis, (2013).