

ISS 搭載樹冠高観測ライダー計画

今井正⁽¹⁾、境澤大亮⁽¹⁾、室岡純平⁽¹⁾、木村俊義⁽¹⁾、浅井和弘⁽²⁾

1 宇宙航空研究開発機構, 2 東北工業大学

T.Imai⁽¹⁾, D.Sakaizawa⁽¹⁾, J.Murooka⁽¹⁾, T.Kimura⁽¹⁾, K.Asai⁽²⁾

1 Japan Aerospace Exploration Agency

2 Tohoku Institute of Technology

Abstract: Vegetation LIDAR which can measure the accurate canopy height has been studied. The canopy height is one of very important parameter to evaluate above ground forest biomass. Global canopy height improve understanding of global carbon cycle via grasping carbon sink by forest. This paper shows the status of the vegetation LIDAR.

1. はじめに

大気中の二酸化炭素を測定し大気輸送モデルによる様々な推定を通じて、将来の気候予測が行われているが、炭素収支の不確実性が及ぼす影響は大きい [1]。この不確実性には多くの要素が関係しているが、中でも陸域炭素量および炭素収支量の不確実性は大きい。陸域において重要な炭素循環の役割を担っていると考えられているのは森林の吸収及び蓄積である。陸域の炭素蓄積量の指標となるものは森林バイオマスであり、この値の正確な取得方法は、現地にて直接樹木の乾燥重量を測る方法である。この方法では直接樹木を切り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。一方、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、2003年に打上げられた衛星 ICESat [2]を用いた先行事例では全球の樹冠高マップが作成され、バイオマス研究において利用価値があることが示されている [3]。

JAXA では、バイオマス研究を実施してきた外部有識者ととともに、バイオマス推定に有効なパラメータである樹冠高を宇宙ライダーで観測する方法について検討を実施してきた。本発表では、国際宇宙ステーションに搭載を計画している樹冠高観測ライダーの計画について述べる。

2. 樹冠高観測ライダー

樹冠高観測ライダーは、パルス駆動のレーザを用いて出射パルスの往復時間を測定し、その波形情報を解析することで樹冠高の情報を取得する。過去の先行事例では、1 フットプリント照射領域の地盤面傾斜が樹冠高推定の誤差を増大させていたことが分かっており、有識者の提案のもと、検出器を2台用いて複数の波形を取得し、その波形から地盤面の斜度を推定して樹冠高を補正する方法を検討している。

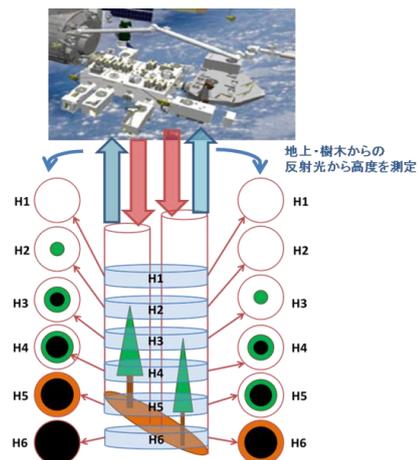


図1 樹冠高観測ライダーの観測イメージ

樹高を推定する場合、帯域外の雑音に基づいた S/N が 20 (vs ピーク値)、もしくは 10 (vs 信号平均値)

を下回ると、推定精度が悪化する傾向が示されており、複数検出器を用いた場合に十分な信号を取得するシステム設計が必要となる [4]。表 1 に樹冠高観測ライダーに求められるレーザ送信部の仕様を示す。特に宇宙用のライダーシステム実現には軌道上で安定した動作が可能なパルスレーザ送信機の実現が不可欠であり、これまで日本では探査機に搭載した高度計をのぞいて実現した例は無い。このため、JAXA ではレーザの試作を実施してきた。

表 1 樹冠高観測ライダーに求められるレーザ送信部の仕様

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| 出力 | 20 mJ/detector @ 25m on the ground |
| 繰り返し | 150 Hz |
| パルス幅 | 7ns 以下 |
| Beam divergence | 0.0625 mrad |
| ポインティング安定度 | 10 μ rad 以下 |
| Laser canister | 与圧 |

3. レーザ送信機の試作

ICESat 衛星のレーザ送信部では、高真空環境下においてレーザ光路中にアウトガス由来のコンタミネーションがレーザの高輝度光により光学薄膜上に誘起され、素子が焼損し、レーザの寿命が短期間となった。ICESat 後の 2006 年に打ち上げられた CALIPSO [5]では、この対策として、レーザを格納する筐体そのものを与圧化し、アウトガス由来のコンタミネーションに対する対策を講じている。

JAXA では 2011 年度から宇宙用レーザ実験を開始し、パルスレーザの基本性能は 2013 年度までの研究で基礎データを取得した。2014 年度には、レーザを与圧筐体に封入して真空環境下での実験を実施した。表 2 にレーザの性能を示す。また、レーザ内部の写真を図 2 に示す。今後、1 年程度の動作確認試験を実施する予定である。

4. 今後の予定

レーザ実験、システム実現検討等の技術検討結果、および、ミッション検討結果等をまとめ、2019 年度

打上を目指して計画を具体化する予定である。

表 2 試作したレーザ送信部の緒元

| | |
|----------------|--|
| 出力 | 40mJ (分割して 20mJ \times 2 ビームとすることが可能) |
| 繰り返し | 150 Hz |
| パルス幅 | 8ns |
| Laser canister | 与圧 |

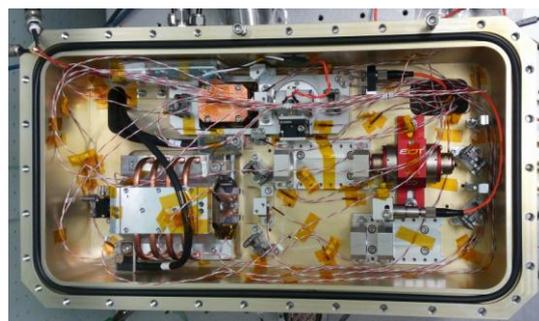


図 2 試作したレーザ送信部内部

参考文献

- [1] IPCC Working Group 1 Fifth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis," WNO/UNEP, 2013.
- [2] J. B. Abshire, X. Sun, H. Riris, J. M. Shirota, M. F. Jan, S. Palm, D. Yi, P. Liiva, "Geoscience Laser Altimeter System (GLAS) on the ICESat Mission: On-orbit measurement performance," Geophys. Res. Lett. 32(L21S02), 2003.
- [3] M. A. Lefsky, "A global forest canopy height map from the Moderate Resolution Imaging Spectrometer and the Geoscience Laser Altimeter System," Geophys. Res. Lett. 37(L15401), 2010.
- [4] M. Hayashi, N. Saigusa, H. Oguma, Y. Yamagata, "Forest canopy height estimation using ICESat/GLAS data and error factor analysis in Hokkaido, Japan," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 81, 2013.
- [5] D. M. Winker, W. Hunt, M. M. J., "Initial performance assessment of CALIPSO," Geophys. Res. Lett. 34(19), 2007.