

宇宙ステーション-日本実験モジュール暴露部搭載 植生ライダー (i-LOVE) 計画の現状報告

Current studies of iLOVE : iss-jem Lidar for Observation of Vegetation Environment

浅井和弘¹、杉本伸夫²、水谷耕平³、石井昌憲³、西澤智明²

東北工業大学¹、国立環境研究所²、情報通信研究機構³

Kazuhiro Asai¹, Nobuo Sugimoto², Kohei Mizutani³, Shoken Ishii³, Tomoaki Niishizawa²

Tohoku Institute of Technology¹, National Institute for Environmental Research²

,and National Institute of Information and Communications Technology³

Abstract

The iLOVE is an acronym of the vegetation lidar on ISS-JEM-EF and it was selected as one of two candidates for the JAXA's earth observation program. An instrument goal of the iLOVE is to take all canopy heights of the temperate forests and the tropical rainy forests between +/- 51.4 latitudes with a measurement accuracy of <2 meters. In this paper, current studies on scientific objectives, user's requirement, consequently a modified lidar are discussed.

1. はじめに

iLOVEは、2011年6月に開催された地球圏総合診断委員会(JAXA)により2016年以降の打ち上げを目標とした宇宙ステーション日本実験モジュール暴露部ISS-JEM-EF(International Space Station-Japanese Experiment Module-Exposed Facility)搭載のセンサー候補に選定された我が国初の宇宙ライダー計画であり、森林構造、樹冠形状と樹冠高の観測を第1ミッションとした植生ライダーである。と同時に、将来の本格的な衛星ライダーミッションのための基盤技術の確立を第2ミッションとしている¹⁾。

現在、ミッション定義審査(Mission Definition Review:MDR)に向けた準備のためにサイエンス検討やライダーシステムの概念検討などを進めており、今回はそれらの検討状況について簡単に報告したい。

2. iLOVEの必要性

よく知られているように、大気中の二酸化炭素CO₂は森林の光合成活動によって取り込まれ、しよ糖、グルコース、澱粉などの有機物に変換されて細胞壁を成長させ、最終的には樹幹を太らせ、樹冠を大きくし、樹高を高める働きをする。植物バイオマスは1年間に太陽エネルギーと水とCO₂を使って光合成を行った結果生じる有機物量の総生産量から、植物自身の呼吸によって失われる有機物量を差し引いた量であり、純一次生産力(Net Primary Productivity:NPP)と等価である。したがって、CO₂濃度の増加が原因と考えられている地球温暖化を地球規模で評価する場合、年間のCO₂固定量である植物バイオマスの推定に必要な樹高を精度良く計測することが強く求められ、その中

でも植生観測のためのレーザ高度計(植生ライダー)は高精度の樹高計測を実現できる唯一のアクティブセンサーであると考えられ、将来的にも大いに期待されている。

衛星搭載・植生ライダーによる樹高計測の誤差要因には、

- (1) 地表面傾斜に起因する誤差
- (2) 樹冠の粗密による反射信号強度への影響
- (3) 光学系送受信軸のミスアライメントからの影響
- (4) 衛星の姿勢制御

などが考えられるが、世界初の衛星ライダーミッション、NASA/ICESat/GLAS(the Geoscience Laser Altimeter System)のデータ解析の結果、特に(1)地表面傾斜に起因する誤差が非常に大きな問題であることが判明している。Table 1は、樹高計測誤差が森林バイオマス推定に及ぼす影響を示す。

参考:林、三枝(NIES)

樹高計測の誤差(m)	樹木体積での最大誤差(m ³ /ha)	森林バイオマス推定誤差(t/ha)
10	370	148
5	185	74
3	111	44
1	37	15

Table 1 Estimation error of forest biomass caused by error of canopy height.

3. 2-D アレイ検出器による iLOVE の優位性

NASA/ICESat/GLASの場合、地表を送信ビームが照射するフットプリント径60mφであり、受信望遠鏡で集光後、Si-APDで検出されるシステムである。したがって、フットプリント内での地表面の凹凸に起因する樹高の高低が受信信号に含まれ

てしまい、これが大きな誤差（約 3m）を引き起こしてしまっただけでなく、傾斜がある場合は単一検出器では出力波形が広がってしまうが、多素子アレイ検出器からの出力波形は広がらず、出現時間がずれて観測でき、iLOVE の受信光学方式の優位性が理解できるであろう。

iLOVE は、地面傾斜に起因するこの樹冠高計測誤差を抑制するために、フットプリント面積を多素子 Si-APD アレイ検出器の採用により分割して検出する方式を提案している。Fig.1 は、植生ライダー方程式と S/N 比を用いて計算した、平地の場合と傾斜のある地表面の場合に対する、単一検

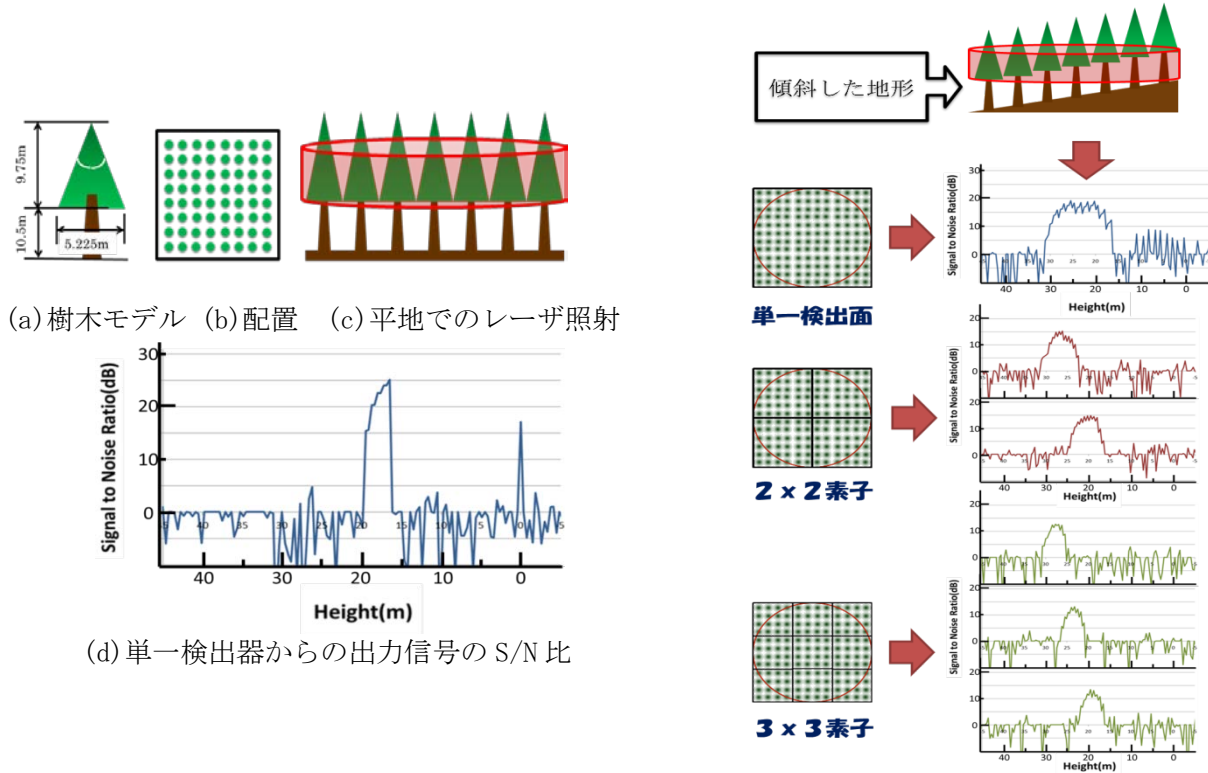


Fig.1 Signal to noise ratio of signals returned from canopies on a flat and a sloped ground.

4. i-LOVE の大気観測ミッションの可能性

iLOVE は、当然のことながら雲・エアロゾルに関する大気環境の情報も同時に捉えることが可能であり、参考のために、Table 2 に iLOVE の諸特性について、Fig. 2 に受信光学系をそれぞれ示す。

5. おわりに

以上、“iLOVE”計画の現状について述べた。先にも触れたように、植生観測や大気観測以外にも新しい試みが可能と思われる。ぜひ iLOVE ユーザとして、素晴らしいアイデアと共に参加して頂けることを切望する。

参考文献

- 1) 浅井和弘、杉本伸夫、沢田治雄、下田陽久、三枝信子、小熊宏之、鷹尾 元、平田泰雅、水谷耕平、石井昌憲、佐藤篤、西澤智明、“ISS—モジュール暴露部搭載・植生ライダー (i-LOVE)”、第 51 回日本リモートセンシング学会学術講演会論文集、pp.65 - 66、2011 年 11 月 10・11 日

ISS JEM	Orbit	Altitude	330 km~480 km
	JEM/EF	Inclination angle	51.4 degree
		Inner Dimension	0.8m(11)×1m(W)×1.85m(L)
		Electric resource	maximum 3kwatts
Laser Transmitter		Fundamental	SHG
	Wavelength	1064nm	532nm
	Output energy	<100 mJ	<50 mJ
	PRF	50-100 pps	
	Pulse width	<5-7nsec	
Telescope	Effective dia.	700 mm	
	Field of View	0.2 mrad	
Receiver	detector	2x2 array Si-APD	PM tube

Table 2 Tentative specifications of i-LOVE

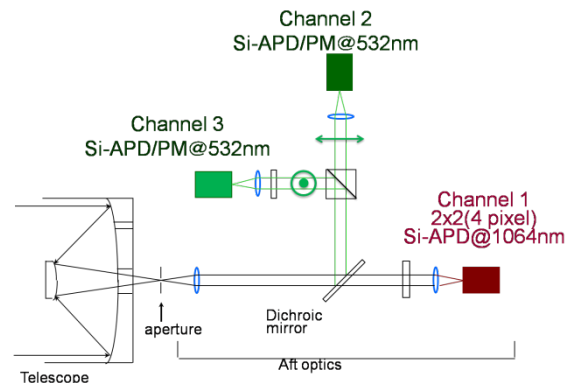


Fig.2 Block diagram of receiving optics