

## 植生ライダー (MOLI) 計画の現状報告

### Current studies of MOLI (Multi-footprint Observation Lidar and Imager)

浅井和弘<sup>1</sup>、沢田治雄<sup>2</sup>、杉本伸夫<sup>3</sup>、下田陽久<sup>4</sup>、平田泰雅<sup>5</sup>、鷹尾元<sup>5</sup>、斎藤英樹<sup>5</sup>、粟屋善雄<sup>6</sup>、三枝信子<sup>3</sup>、林真智<sup>3</sup>、小熊宏之<sup>3</sup>、澤田義人<sup>2</sup>、遠藤貴宏<sup>7</sup>、本多嘉明<sup>8</sup>、梶原康司<sup>8</sup>、水谷耕平<sup>9</sup>、石井昌憲<sup>9</sup>、西澤智明<sup>3</sup>、今井正<sup>10</sup>、小林高士<sup>10</sup>、鈴木桂子<sup>10</sup>、境澤大亮<sup>10</sup>、室岡純平<sup>10</sup>、佐藤亮太<sup>10</sup>

東北工業大学<sup>1</sup>、東京大学<sup>2</sup>、国立環境研究所(NIES)<sup>3</sup>、東海大学<sup>4</sup>、森林総合研究所(FFPRI)<sup>5</sup>、岐阜大学<sup>6</sup>、リモート・センシング技術センター(RESTEC)<sup>7</sup>、千葉大学<sup>8</sup>、情報通信研究機構(NICT)<sup>9</sup>、宇宙航空研究開発機構(JAXA)<sup>10</sup>

*Kazuhiro Asai<sup>1</sup>, Haruo Sawada<sup>2</sup>, Nobuo Sugimoto<sup>3</sup>, Haruhisa Shimoda<sup>4</sup>, Yasumasa Hirata<sup>5</sup>, Gen Takao<sup>5</sup>, Hideki Saito<sup>5</sup>, Yoshio Awaya<sup>6</sup>, Nobuko Saigusa<sup>3</sup>, Masatomo Hayashi<sup>3</sup>, Hiroyuki Oguma<sup>3</sup>, Yoshito Sawada<sup>2</sup>, Takahiro Endo<sup>7</sup>, Yoshiaki Honda<sup>8</sup>, Koji Kajiwara<sup>8</sup>, Kohe Mizutani<sup>9</sup>, Shoken Ishi<sup>9</sup>, Tomoaki Nishizawa<sup>3</sup>, Tadashi Imai<sup>10</sup>, Takashi Kobayashi<sup>10</sup>, Keiko Suzuki<sup>10</sup>, Daisuke Sakaizawa<sup>10</sup>, Jumpei Murooka<sup>10</sup>, Ryota Sato<sup>10</sup>*

*Tohoku Institute of Technology<sup>1</sup>, The University of Tokyo<sup>2</sup>, National Institute for Environmental Research<sup>3</sup>, Tokai University<sup>3</sup>, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)<sup>5</sup>, Gifu University<sup>6</sup>, Remote Sensing Research Center of Japan<sup>7</sup>, Chiba University<sup>8</sup>, National Institute of Information and Communications Technology<sup>9</sup>, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)<sup>10</sup>*

### Abstract

The iLOVE(iSS-JEM-EF Lidar Observation of Vegetation Environment) proposed by us was a vegetation lidar mission without another sensor. MOLI(Multi-footprint Observation Lidar and Imager) mission plan discussed in this paper has a capability in synergy with an high resolution imager. A tentative instrument goal of the MOLI is to take all canopy heights of the temperate forests and the tropical rainy forests between +/- 51.4 latitudes with a measurement accuracy of <3 meters avoiding interferences from sloped ground. In this paper, current studies on scientific objectives, user's requirement, consequently a modified lidar are discussed.

### 1. はじめに

我々は当初、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)搭載の植生ライダー“iLOVE (iss-JEM-FE Lidar Observation of Vegetation Environment)”を提案し、概念検討を行ってきた。検討を進めていくうちに、より高度で複合的な植生情報を得る上で3波長イメージャーも同時に搭載するハイブリッド植生観測センサーの重要性が明らかになったので、iLOVEは”MOLI (Multi-footprint Observation Lidar and Imager)”と名付けられた植生観測ミッション計画に生まれ変わった。現状では、FY2018でのISS-JEM搭載を目標としている。いづれにしても、MOLIは樹冠高、森林構造の観測を第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<sup>1)</sup>。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概念

検討などを進めているが、それらの検討状況について簡単に報告したい。

### 2. 植生ライダーミッションの意義

森林を生態系と捉える考え方として、森林生態系を維持し、継続的に森林の恩恵を享受できるよう持続可能な森林管理が望まれるが、その結果として二酸化炭素の吸収・貯蔵が円滑に進む。一方、森林が多機能を有する考え方としては、一般的には物資の生産、水資源の保全、土壌保全、生物多様性保全、地球環境保全、快適環境形成、保健・レクリエーション機能、文化機能の8つが挙げられる<sup>1)</sup>。MOLIは、この様な我々人類にとって重要な森林を含む植生に注目し、全球規模におけるこれまで取得が困難であった高精度な3次元構造情報の取得を可能にする新しいアクティブ光センサーと言えよう。MOLIによって取得された全球陸域の高精度3次元構造情報は、植生情報のみならずレーザ高度計としての機能を活用して、長年蓄積されてきたイメー

ジャ観測データを代表とするパッシブセンシング陸域情報の次元を拡張すると同時に、複合利用によってこれまでの面的観測データの価値を飛躍的に高めることが期待される。以下、MOLI観測データをもとに生み出される最終的な出口を列記する。

- (1) 環境政策への貢献
- (2) 災害予測精度の向上
- (3) 土地利用計画への貢献
- (4) 雲エアロゾル観測
- (5) 高精度DEM作成への寄与

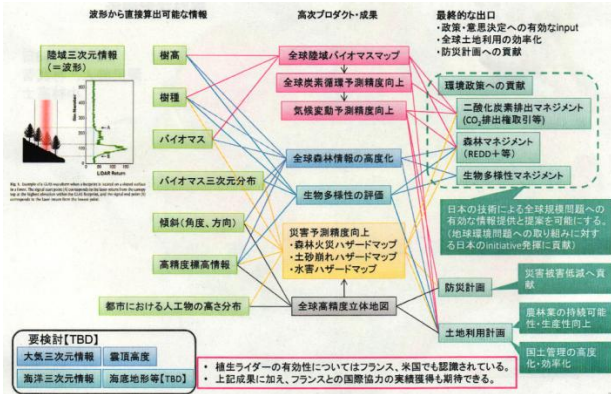


Fig.1 Preliminary output provided by MOLI's products

### 3. MOLIの概要

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) 送受信光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)の場合、フットプリント(約 60mφ)内での地表面の凹凸がライダー受信信号に含まれ、これが最終的には樹高計測誤差となった。

MOLI のシステムブロック図を Fig. 1 に、また諸特性を Table1 に示す。

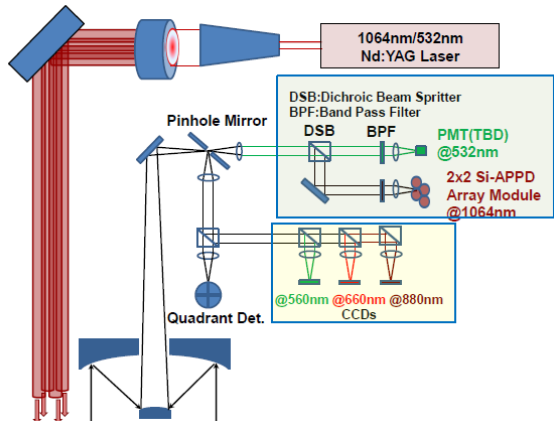


Fig.2 Block diagram of receiving optics

### Lidar

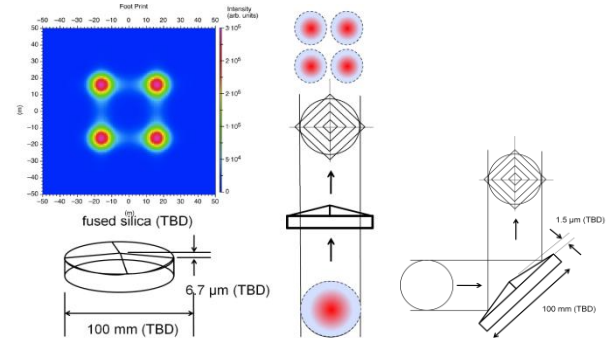
Laser TX	Wavelength	Fundamental	SHG
	Total energy	1064nm	60 mJ
Num. of beams		4 beams	
PRF		150 pps	
Pulse width		7 nsec	
Telescope	Effective dia.	700 mm	
	Field of View	0.15 mrad	
Receiver	detector	2x2 Si-APD Array	PM tube(TBD)

### Imager

Ground resolution	2.0 m
Swath	500 m
Wavelength bands	
Band 1	500nm-600nm
Band 2	600nm-700nm
Band 3	790nm-910nm

Table 1 Tentative specifications of MOLI

MOLI は、iLOVE での検討結果を引き継ぎ、送信ビームを 4 分割して地上を照射し、地上でのフットプリントサイズは 25mφ x 4 である。受信光学系は 4 分割フットプリント像が焦点面で結像し、2x2 Si-APD アレイで電気信号へ変換される。と同時に、同じ光学系を使って、イメージャー信号を取り出す。



(a)transmission type (b)reflection type

Fig.2 Concept of four Gaussian beams derived by a quadrant wedge prism.

Fig.3 に、試作した 2x2Si-APD アレイを示す。

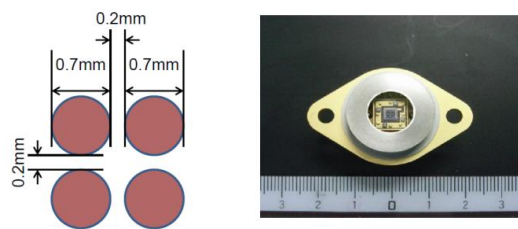


Fig.4 Prototype of 2x2 Si-APD Array

### 5. おわりに

以上、“MOLI”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。

### 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