

## 2F10 陸域観測技術衛星 3 号（ALOS-3） / PRISM-2 について

○今井浩子，匂坂雅一，鈴木新一，大澤右二（宇宙航空研究開発機構）

PRISM-2 onboard Advanced Land Observing Satellite-3 (ALOS-3)  
Hiroko Imai, Masakazu Sagisaka, Shinichi Suzuki and Yuji Osawa (JAXA)

Key Words: ALOS, ALOS-3, PRISM-2, wide swath, DSM

### Abstract

The Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) is planning Advanced Land Observing Satellites 3 for the ALOS follow-on mission. ALOS-3 will carry the optical sensor named “PRISM-2” and extend the capabilities of ALOS missions. PRISM-2 will be able to collect high-resolution (0.8 m) and wide-swath (50 km) imagery with high geo-location accuracy, as well as provide precise digital surface models (DSMs) using stereo pair images acquired by two telescopes. This paper describes the ongoing development of PRISM-2 and related technologies.

### 1. はじめに

JAXA では、陸域観測技術衛星「だいち」に搭載された光学センサによる観測を継続・発展させ、グローバルな地理空間情報の取得等を行う陸域観測技術衛星 3 号（ALOS-3）の研究開発を進めている<sup>1)</sup>。ALOS-3 に搭載されるパナクロマチック立体視センサ 2（PRISM-2）は、広い観測幅（50 km 以上）でかつ道路や建築物等の詳細な把握が可能な最高分解能（0.8 m）な画像を取得する能力を有するとともに、直下視／後方視センサの搭載により広域の平面画像取得と同時に高精度かつ高頻度な立体視を可能とする。

本稿では、ALOS-3 のミッションや、PRISM-2 並びに衛星システムの概要、技術開発状況について述べる。

### 2. ALOS-3 のミッション

ALOS-3 のミッションは、「だいち」で実証された技術や利用成果を発展させ、国内外の大規模自然災害に対して高分解能かつ広域の観測データを迅速に取得、処理・配信するシステムを構築し、関係機関の防災活動、災害対応において利用実証を行うとともに、国土管理や資源管理など衛星の運用の過半を占める平常時のニーズにも対応した多様な分野における衛星データの利用拡大を図ることである。各分野に対応したミッションには、1) 公共の安全の確保（国内及びアジア地域等の大規模災害発生状況の迅速な俯瞰、二次災害危険状況や復旧・復興状況の継続的な観測）、2) 国土保全・管理（詳細な地形図の

作成・更新、森林管理や環境管理、国際協力の枠組みにおける海外の地形図作成等）、3) 食料供給の円滑化（穀物の生育状況や災害時の水稲被害状況把握、藻場など浅海域の状況把握等、農業及び漁業の高度化・持続的発展）、4) 資源・エネルギー供給の円滑化（資源探査方法の高度化）、5) 地球規模の環境問題の解決（温室効果ガスの吸収源となる森林の変化、水資源としての氷河湖の変化監視）への貢献などがある。

### 3. ALOS-3/PRISM-2

#### 3.1 PRISM-2

PRISM-2 は「だいち」搭載 PRISM の観測機能・性能を発展させた可視域のイメージングセンサであり、ALOS-3 のミッションの実現に必要な高分解能画像・立体視画像の取得を可能とする。PRISM-2 の最大の特徴は、広い観測幅と高い分解能の両方を有する点である。分解能サブメートルの高分解能衛星の多くが 10 数 km の観測幅であるのに対し、PRISM-2 は 0.8 m の分解能でありながら 50 km の観測幅を有し、平時においては全球にわたる広域の陸域ベースマップの整備、災害観測においては 2011 年 3 月の東日本大震災や今後想定される南海トラフにおける地震のような広範囲にわたる災害状況の把握において、その威力を発揮する。もう一つの特徴は、直下視／後方視センサの搭載により、広域・高分解能の平面画像取得と同時にステレオ視を行い、高精度かつ高頻度に高度情報を含む地理空間情報を取得可能な点である。

PRISM と PRISM-2 の観測性能の比較を表 1 に示す。PRISM が直下視分解能 2.5 m であったのに対し、

PRISM-2 では地図作成・更新のための地物判読、災害時の被災状況の判読性向上のため、直下視分解能を0.8 mに向上させた。また、光量の低い条件(季節、緯度等)で取得された画像においても良好な判読性が得られるよう、信号対ノイズ比(S/N)の向上、量子化ビット数の拡大を図っている。さらに、PRISM 画像で見られた JPEG方式の画像圧縮に伴い生じるブロックノイズを改善するため、PRISM-2 では画像の周波数変換にウェーブレットを用いた JPEG2000方式の圧縮器を開発中である。

表 1 PRISMとPRISM-2の観測性能の比較(直下)

項目	ALOS(だい ち)	ALOS-3
空間分解能(GSD)	2.5 m	0.8 m
観測幅	35 km/70 km	50 km
S/N	>70	>200
量子化ビット数	8 bit	11 bit
画像圧縮	JPEG	JPEG2000
ポインティング	±1.5° (CT)	±60° (cone)
B/H比 (直下視/後方視)	0.5	0.5

PRISM-2 の設計を左右しているのは、「高分解能」かつ「広観測幅」の要求である。本要求を実現するため、PRISM-2の集光光学部にはPRISMで開発した軸外し3枚鏡光学系を発展させた大型光学系を搭載する。図1にPRISM-2の光学系を示す。本設計では有効口径よりも大きな矩形の鏡が必要であり、現在低熱膨張ガラスセラミックスを用いた大型軽量鏡を試作中である。1ライン62,500画素を有する大型焦点面は、スタガ上に配列された複数のリニア CCDで構成される。高いS/Nを実現するため、衛星システムとの協調制御によるTDI(Time Delay Integration)方式の画像取得を行う。また、数Gbpsの画像データの高速圧縮を実現するため、SOI-ASICによる専用LSIを開発中である。

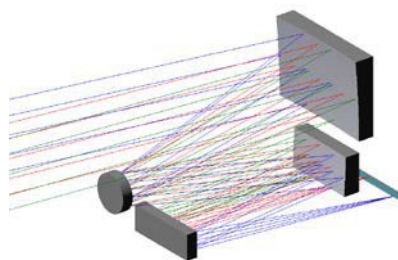


図 1 PRISM-2の集光光学部

### 3.2 衛星システム

ALOS-3衛星システムの主要諸元を表2に示す。またALOS-3の軌道上想定外観図を図2に示す。

ALOS-3にはPRISM-2の他、経済産業省が開発を進めるハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサ(HISUI)の搭載を検討している<sup>2)</sup>。PRISM-2とHISUIマルチスペクトル画像を用いて作成されるパンシャープン画像の他、PRISM-2が取得する高分解能・立体視画像とHISUIが取得するハイパースペクトル画像の組合せにより、衛星画像の新たな利用の開拓が期待される。さらにALOS-3には二次元の非冷却マイクロボロメータ<sup>3)</sup>を用いた小型赤外カメラ(CIRC)の搭載を予定しており、陸域観測における赤外画像の利用実証を行う。

軌道は回帰日数60日の太陽同期準回帰軌道で、PRISM-2の観測幅(50 km)で全球を抜けなく観測できるよう設定されており、通常は主に衛星直下軌跡に沿った連続的な観測を行いつつ、災害発生時には最大60度の衛星ボディポインティングにより、日本付近を概ね1日1回観測することが可能である。複数の高分解能光学センサから出力される高速・大容量の観測データを処理・伝送するための技術開発も行っている。観測データの伝送は、ALOS-2で採用する16QAM方式のマルチモード変調器を用いた地上とのXバンド高速直接伝送(最大800 Mbps)に加えて、次期データ中継衛星を想定したKaバンドQPSK(波長多重)方式により、ALOS、ALOS-2におけるデータ中継衛星経由の伝送速度278 Mbpsに対して、最大800 Mbpsの高速伝送を実現する。さらに、入出力データレート数Gbps、蓄積容量1TB級を目指した半導体データレコーダも開発中である。

表 2 ALOS-3 主要諸元

項目	仕様
ミッション機器	PRISM-2 (パンクロマチック) - GSD:0.8 m, 観測幅:50 km (直下視) - 直下視/後方視による立体視 HISUI (マルチ・ハイパー) <sup>※1)</sup> CIRC (熱赤外)
軌道	太陽同期準回帰軌道 高度:618 km 降交点通過地方時:10時30分 回帰日数:60日(日周回数:15-11/60周)
設計寿命	5年(目標7年)
質量	約2.7 t
データ伝送	Xバンド 800 Mbps (16QAM) 400 Mbps (QPSK) Kaバンド 最大800 Mbps (QPSK2波)
打上げ	H-IIA ロケット

※1) HISUIは経済産業省開発

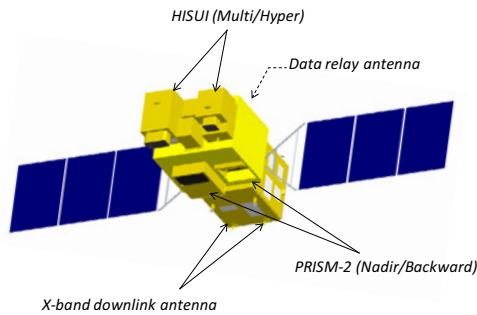


図2 ALOS-3軌道上想定図

#### 4. おわりに

JAXA が研究開発を進める PRISM-2 及び ALOS-3 衛星システムの概要並びに技術開発状況について述べた。現在 ALOS-3 は、開発段階への以降に向けた準備を進めている。

#### 参考文献

- 1) Imai, H., Katayama, H., Sagisaka, M., Hatooka, Y., Suzuki, S., Osawa, Y., Takahashi, M., Tadono, T., “A conceptual design of PRISM-2 for Advanced Land Observing Satellite-3 (ALOS-3),” SPIE Remote sensing (2012)
- 2) Iwasaki, A., Ohgi, N., Tanii, J., Kawashima, T., Inada, H., “Hyperspectral Imager Suite (HISUI) -Japanese hyper-multi spectral radiometer,” IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2011, pp.1025-1028
- 3) Kato, E., Katayama, H., Naitoh, M., Harada M., Nakamura, R., Sato, R., “Development of the Compact Infrared Camera (CIRC) for earth observation,” Proc. SPIE 8353, Infrared Technology and Applications XXXVIII (2012)