

ALOS-3/PRISM-2の開発について

第3回ALOS-3 ワークショップ

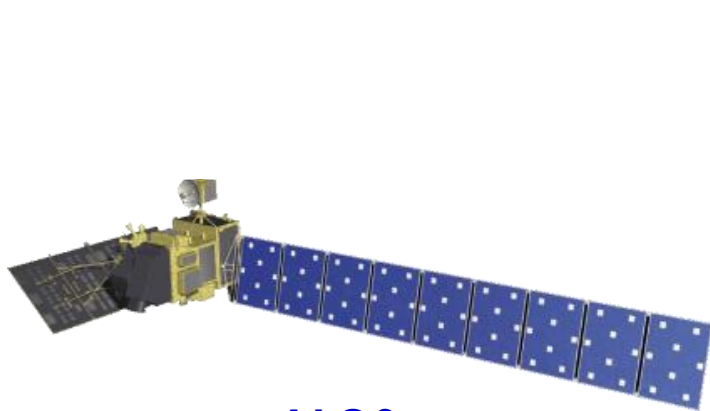
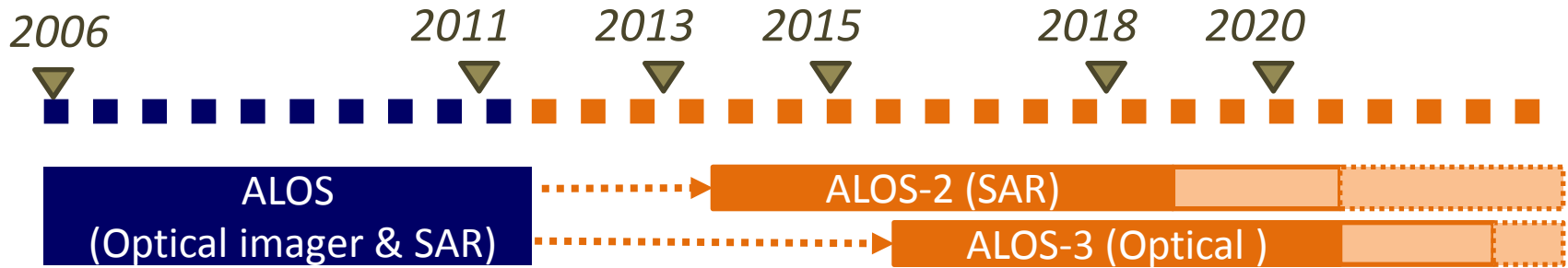
2011年11月18日

つくば国際会議場

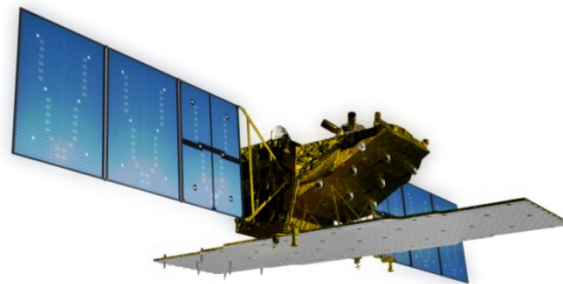
宇宙航空研究開発機構

ALOS-2プロジェクトチーム/地球観測研究センター

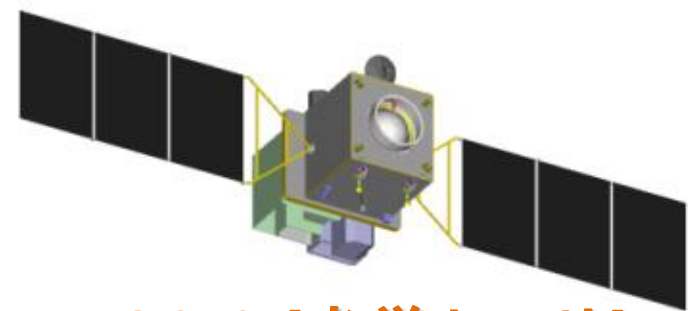
ALOSとALOS後継機



ALOS
(光学センサ & SAR)
(2006~2011)



ALOS-2 (SAR)
(2013年度打ち上げ)



ALOS-3 (光学センサ)
(2015年度打ち上げ)

ALOS-3のミッション



- 陸域観測技術衛星「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。
- 災害状況把握に加え、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。

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、並びに、二次災害危険状況や復旧・復興状況の継続的な観測を行い、関係機関の防災活動に資する。

国土保全

2万5千分の1地形図並びに電子国土基本図(地図情報)の作成・更新等、北方四島、離島を含めた日本全土の定常的な観測に資する。また国際協力の枠組みにおいて海外の地図作成等に資する。

食料供給の円滑化

水稻作付面積把握や漁業等の状況把握に必要な観測データを利用機関に提供することにより、農業と沿岸漁業等の高度化・持続的発展に資する。

資源・エネルギー供給の円滑化

資源探査方法の高度化に資する。

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や、水資源としての氷河湖の変化監視に資する。

ALOS-3の特徴



高分解能かつ広視野な光学観測

- ✓ ALOS搭載光学センサで培った技術を継承・発展させ、**大災害時に不可欠な広観測幅(50km)を維持しつつ**、道路や建築物等のより詳細な把握が可能な**高分解能(GSD 0.8m)**を実現。

2鏡筒による高精度かつ高頻度な立体地形情報の取得

- ✓ **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立体視を行い、**高精度・高頻度で高度情報を含む地理空間情報**を取得。

広域観測、高精度な位置情報

- ✓ ALOSで培った技術を継承・発展させ、**高精度な指向アライメント校正**により、各種利用の**基盤データとして活用可能な高い位置精度(目標5m)**を実現。
- ✓ ALOS-2で開発中の16QAM方式を用いた直接伝送及び**データ中継衛星**を利用した高速データ伝送により、**広域観測データの取得**を実現。

ALOSからの発展（観測性能の向上）

	ALOS/PRISM	ALOS-3/PRISM-2
		(直下視の比較)
空間分解能(GSD)	2.5m	0.8m
観測幅	35 km/70 km	50 km
S/N	> 70	> 200
MTF	> 0.2	> 0.1
量子化ビット数	8 bit	11 bit
画像圧縮方式	JPEG	JPEG 2000
ポインティング	±44° (CT) (Muのみ)	±60° (cone) (Pan, Mu)
画素地表位置精度	距離誤差 < 10m	ALOSからさらに高精度化
データダウンリンク (直接伝送／データ中継衛星経由、最大)	138.76Mbps/277.52Mbps	800Mbps / 800Mbps*

*DRTS-2の利用を想定

ALOS-3衛星システムの概要



搭載センサ	PRISM-2 (パンクロマチック) - GSD : 0.8m, 観測幅 : 50km (直下視) - 2鏡筒搭載による立体視 HISUI(マルチスペクトル)(可視-近赤外4バンド) HISUI(ハイパースペクトル)(可視-短波長赤外) 小型赤外カメラ(実験機器、熱赤外)
軌道	太陽同期準回帰軌道 高度: 618km 降交点通過太陽地方時 : 10:30 回帰日数: 60日
設計寿命	5 年 (目標: 7 年)
打ち上げ	2015年度, H-IIAロケット
データ伝送	400/800Mbps (直接伝送) 400/800Mbps (データ中継衛星経由) 雲検知・被雲データのオンボード棄却運用(補助機能、実証)

PRISM-2の特徴

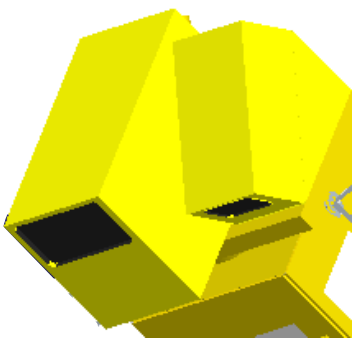
(Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping-2)

● 広画角かつ高分解能

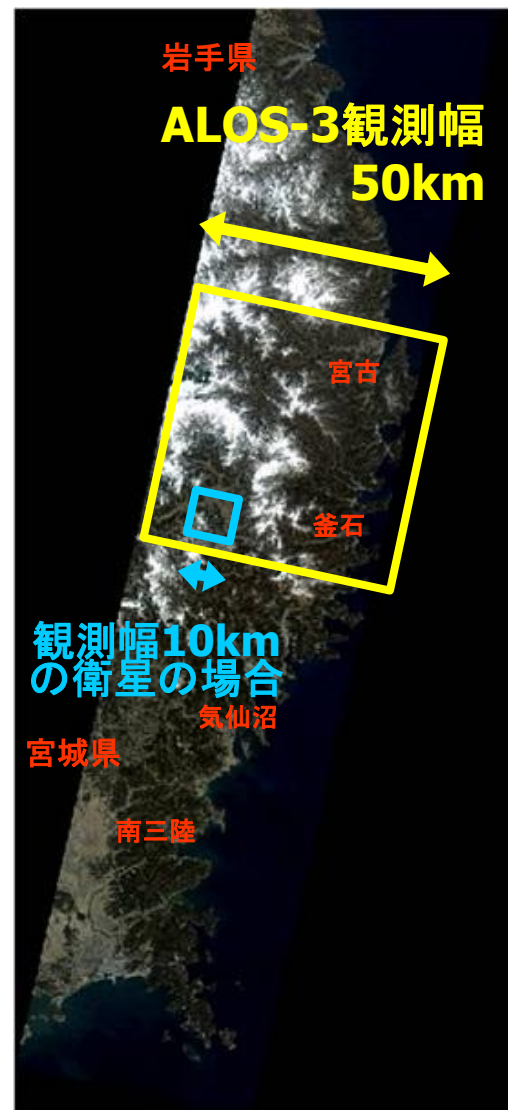
- ✓ 分解能(GSD): 0.8m(直下視), 1.25m(後方視)
- ✓ 観測幅: 50km(直下視), TBD(後方視)

* 海外の1m級高分解能衛星のほとんどは観測幅が10~20km

● 2鏡筒による高精度・高頻度な立体視 (B/H比: 0.5)



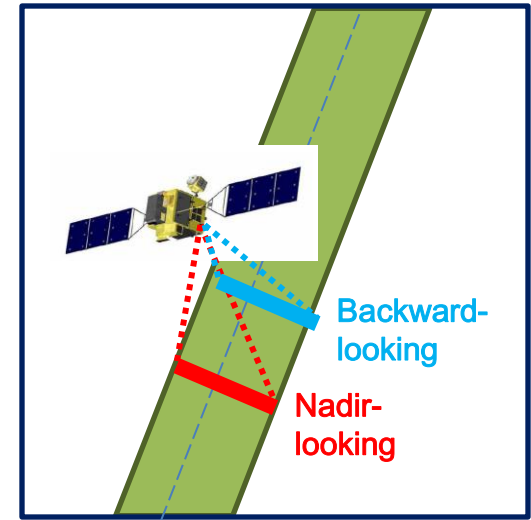
- ✓ 安定した観測条件(分解能、B/H比、指向精度、地表面状態)で高精度な立体視が可能
- ✓ ポイント的な立体視ではなく、衛星軌跡に沿った連続的な立体視画像取得による広域・高頻度の立体視観測が可能



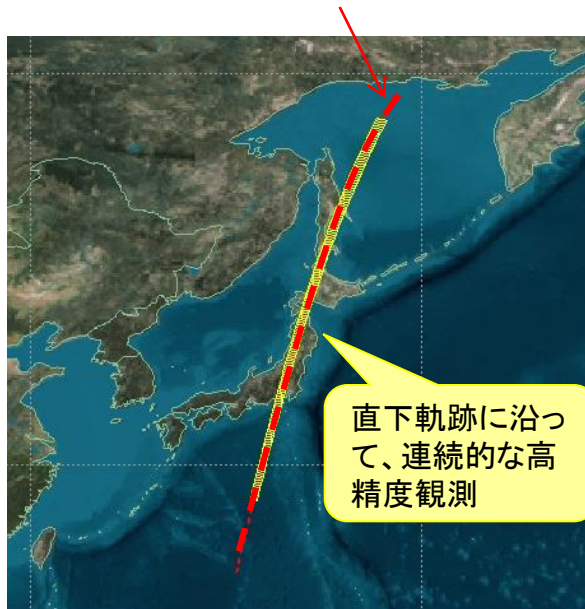
ALOS-3の観測イメージ(平時)



- ✓ 衛星直下軌跡を中心に連続的な直下視／後方視同時観測を行い、高さ情報を含む高精度かつ広域な地理空間情報を取得。
- ✓ 陸地に隣接した海上を通る軌道から、小角度のポインティングによる陸地観測を行い、被雲率の高い地域の観測機会の向上、農業行政等に必要の高頻度観測を実現する。

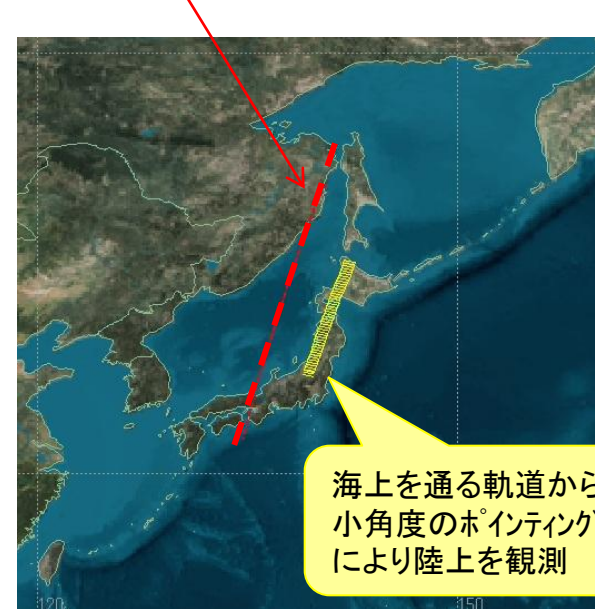


衛星直下軌跡



地表面衛星直下軌跡に沿った観測の一例
(平時観測)

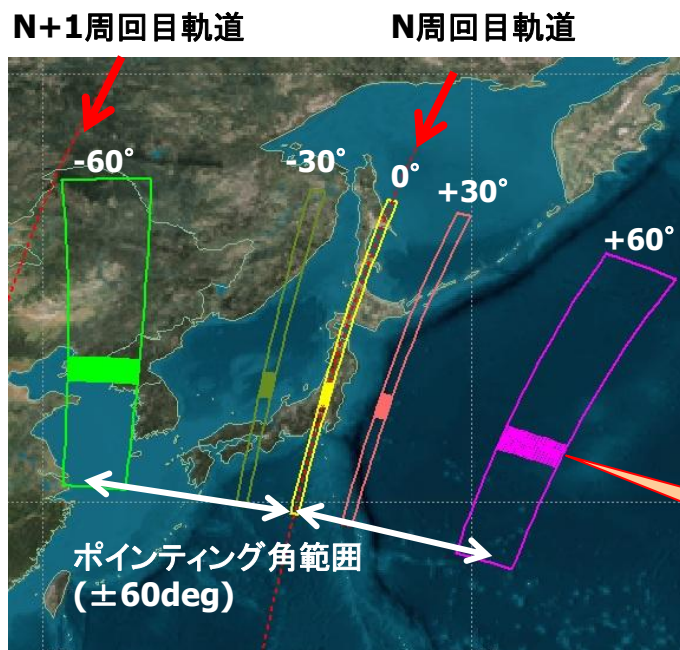
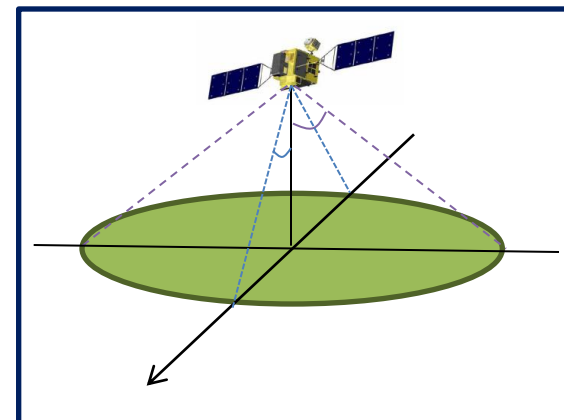
衛星直下軌跡



地表面衛星直下軌跡に沿った観測の一例
(平時観測)

ALOS-3の観測イメージ(緊急観測時)

- ✓ 災害発生時など緊急観測時は、最大60° ポインティングにより被災域周辺を迅速に広域観測し、被害の全体像を把握。



最大60° ポインティング
による被災域の観測

ポインティングを伴う観測の一例
(主に緊急観測や一部の平時観測)

2センサによるDSMのシミュレーション(B/H比検討)

PRISM-2では、立体視の精度や観測性(直下視/後方視の画像品質)、システム搭載性等を総合的に考慮して、B/H比 0.5 (PRISMの直下視/後方視と同じ)に設定。

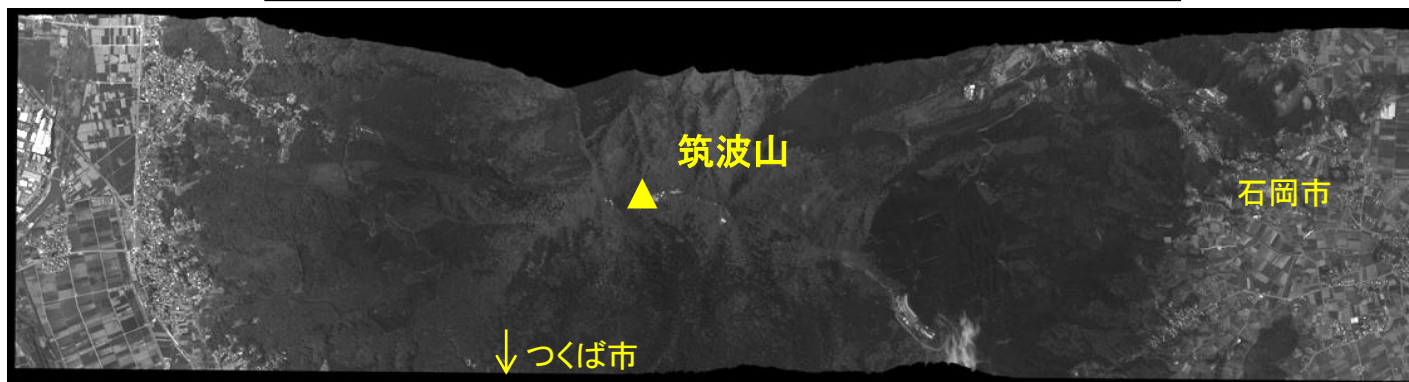
◆ B/H比による立体視の精度

立体視の精度について、PRISM-2を模擬した画像をからDSMを作成し、異なるB/H比に対するステレオマッチング精度とDSM高さ精度を評価。

- ✓ シミュレーションに用いた画像: 航空機カメラ(ADS-40)
- ✓ シミュレーションには、PRISM-2の分解能、S/N、MTF、圧縮などを模擬。
- ✓ 作成したDSMは航空機搭載ライダーデータを用いて検証。

B/H ratio	0.5	0.6	0.7	0.8
Stereo angle (Backward)	24.1°	28.0°	31.5°	34.7°

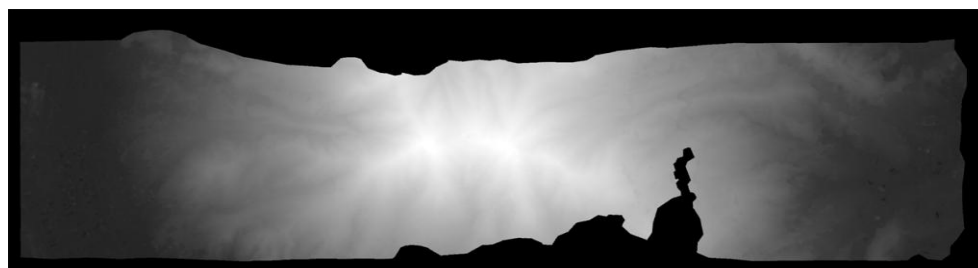
*PRISMと同等の0.5を基準に、高さ感度の上がるより大きなB/H比について検討



航空機画像を用いて作成したPRISM-2のシミュレーション画像
(山間部、農地、都市部などが含まれている)

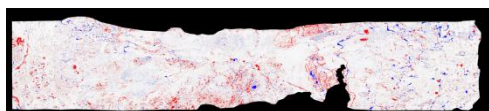
2センサによるDSMのシミュレーション(B/H比検討)

(DSM高さ精度)

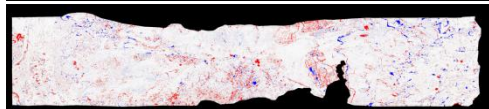


作成されたDSM (B/H:0.5)

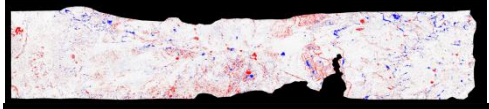
B/H:0.5



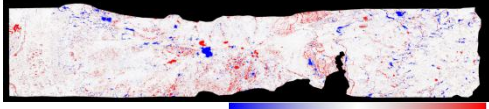
B/H:0.6



B/H:0.7

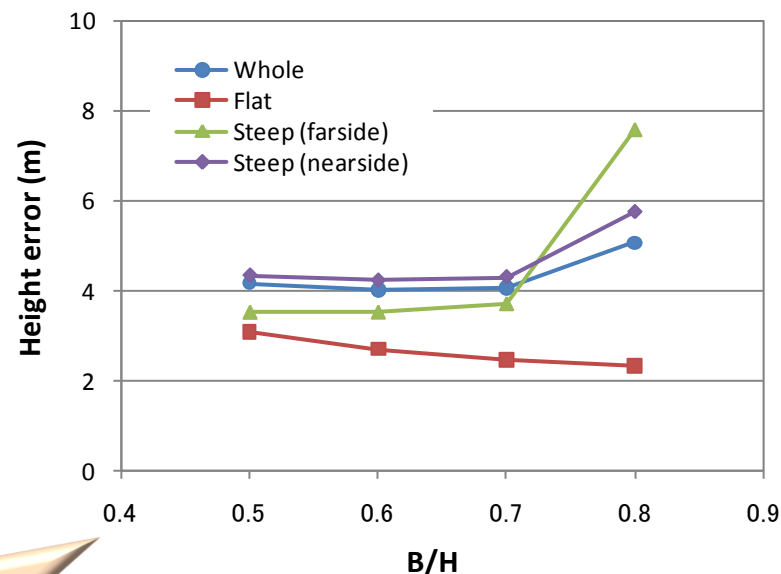


B/H:0.8



-15m difference +15m

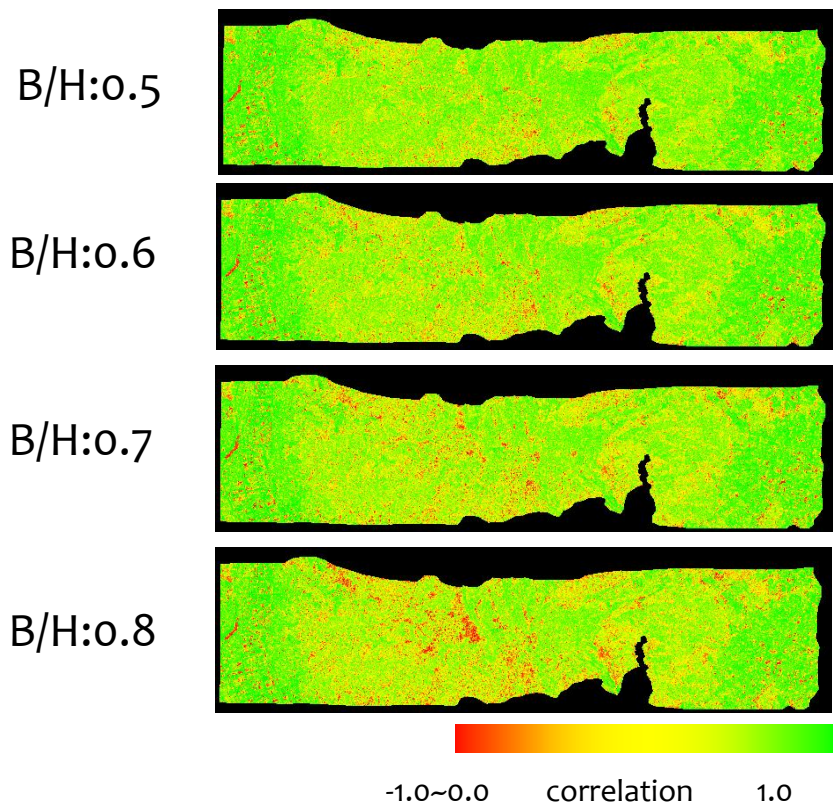
作成DSMとライダーDSMとの差分



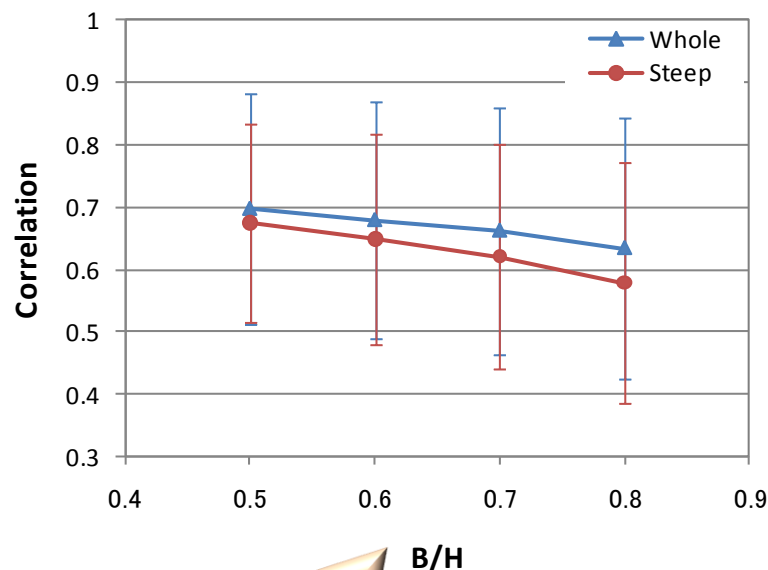
- ✓ B/H比が0.5~0.7の間では、どの対象エリアにおいてもDSM高さ精度は5m以下。
- ✓ B/Hが0.7より高くなると、多くのエリアで高さ誤差が急増する。
- ✓ 観測対象が標高差のない平坦なエリアでは、B/H比が高いほうが、わずかに高さ精度が良い。

2センサによるDSMのシミュレーション(B/H比検討)

(ステレオマッチング精度)



ステレオマッチングに係る相関係数



✓ どの対象エリアにおいても、B/H比が高くなるとステレオマッチング誤差が増大。特に、高低差の大きいところで顕著。

画像圧縮品質の向上

PRISM

画像を8x8のブロックに分割し、離散コサイン変換とエントロピー符号化(ハフマン符号)により画像を圧縮するJPEG方式

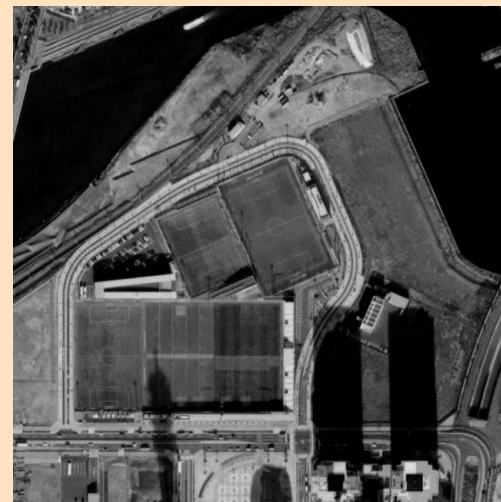
高圧縮ではブロック状のノイズが発生する。また対象物の輪郭部分で画像の粗れ(モスキートノイズ)が発生する。



PRISM-2

任意の単位(タイル)に分割し、離散ウェーブレット変換とエントロピー符号化(EBCOT)により画像を圧縮するJPEG2000方式

タイルサイズが大きくなるため、ブロックノイズが目立たない。またデータの急激な変化にも対応できモスキートノイズが見られない。



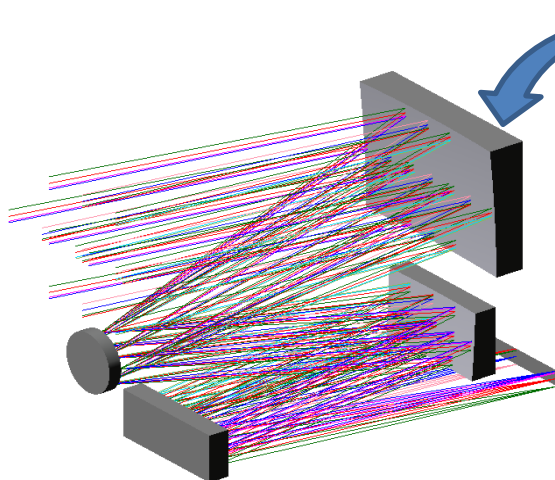
衛星開発に向けたフロントローディング



PRISM-2の開発技術

- ・ 軸外し3枚鏡(TMA)を用いた高分解能かつ広角光学系 (FOV > 4.6°)
- ・ 多画素・大型焦点面アレイ (1ラインあたり62,500画素 (直下視))
- ・ 高速・高品質なデータ圧縮器 (入力データレート: 約 8Gbps)

PRISM-2を含む衛星システム設計を進めるとともに、新規開発要素の高いPRISM-2の大型鏡や検出器、圧縮器等について、試作・評価を実施中。



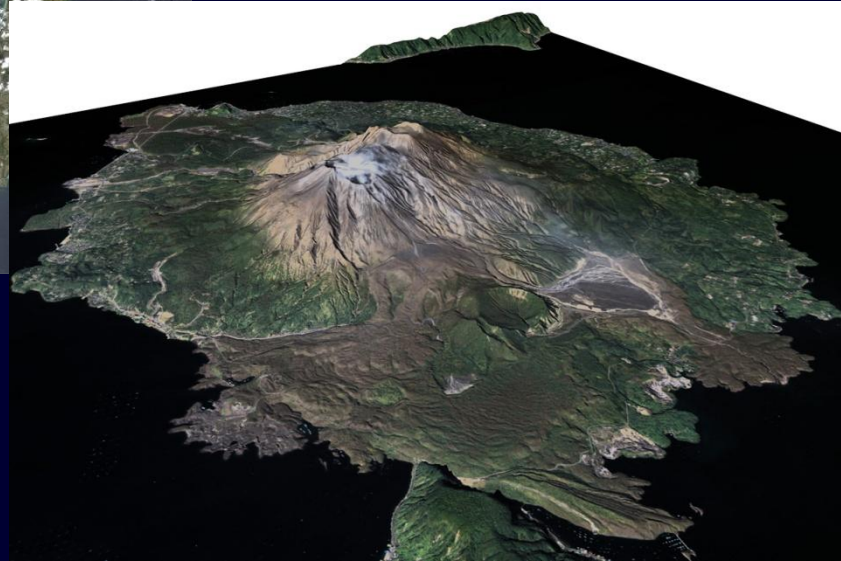
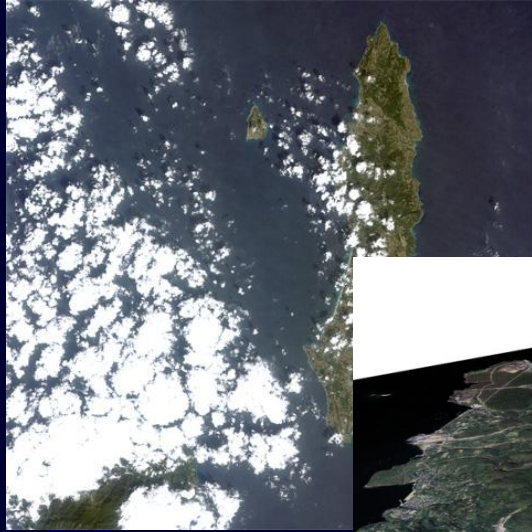
試作中の大型主鏡



まとめ



- PRISM-2を含めた衛星システム検討を実施中。
ハードウェアの検討だけでなく、利用を踏まえた検討を行い、開発仕様を設定。
- 経済産業省殿が開発中のHISUI(ハイパーセンサ、マルチセンサ)の搭載適合性について検討・調整中。
- 2015年度の打ち上げを目指し、開発移行に向けた準備を進行中。



Eyes from Space for reconstruction !