



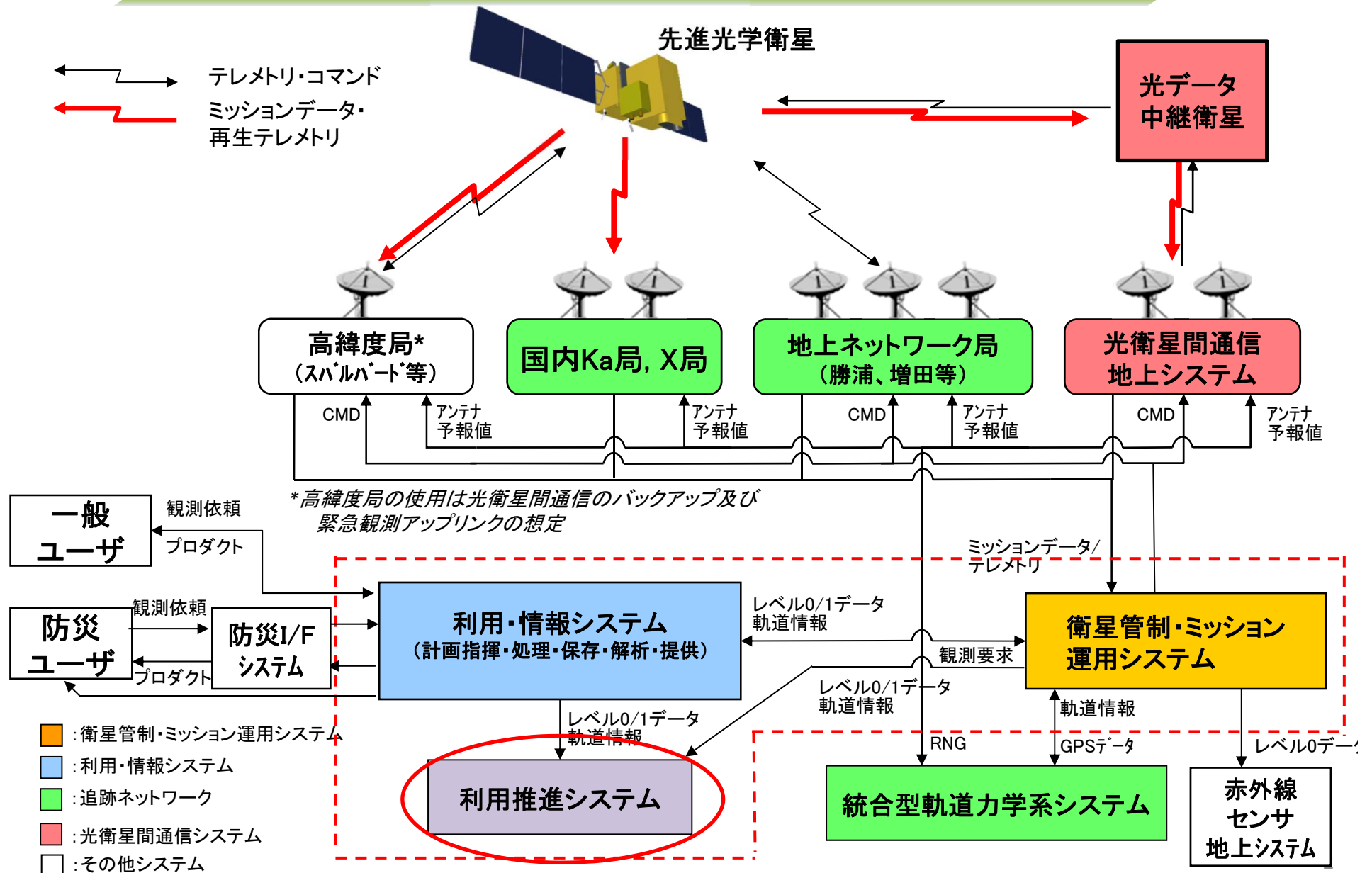
先進光学衛星 利用推進研究と提供プロダクトについて

第2回先進光学衛星利用ワークショップ

平成28年7月28日(木)
日経カンファレンスセンター

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
第一宇宙技術部門 地球観測研究センター(EORC)
田殿 武雄

先進光学衛星総合システム



先進光学衛星利用推進研究業務の概要

(1)校正

- センサの特性評価と標準提供プロダクトの値付け(地図座標, 放射輝度)
- 時間・空間変化の継続的な評価と精度向上(幾何校正, 輝度校正, 画質評価)
- 必要となる参照データの整備, 校正実験実施, 評価用解析ツールの開発
- ミッションパートナーを含む外部有識者による「校正検証サイエンスチーム」(CVST)の運用

(2)高次処理プロダクトのアルゴリズム開発及び検証

- ミッション達成に必要な高次処理プロダクト作成のアルゴリズム開発, 検証
- 必要な参照データの整備, 必要に応じて検証実験の実施
- 専門的な観点から, 一部は分野横断型研究, 防災I/Fシステムや外部研究機関等と連携

(3)利用推進システムの開発

- 利用推進研究業務を実施するための計算機システムの開発・運用を実施する.

(4)研究公募(RA)の実施 【限定シーン数の無償提供等による(TBD)】

- 重点化テーマ「EORC課題分野研究」や試作研究プロダクト, 科学研究, 新たな利用開拓等のためRAを実施する予定.

ミッション要求に応えるプロダクト(1/2)

✓ 防災・災害対策等を含む広義の安全保障

国内及びアジア地域等の地震災害, 風水害, 土砂災害, 火山災害, 海上・沿岸災害の防災及び災害対応に必要となるプロダクトのアルゴリズム開発を実施する. これを「防災インターフェースシステム」に実装し, 防災対応機関における実利用を進める. 防災活動サイクルの各フェーズにおいて, 利用目的と必要なプロダクトは下記の通りである.

(1) 平時・警戒時

- ・現地の最新状況把握: ベースマップ画像・標高データの更新 → オルソ補正画像, DSM
- ・ハザードマップの整備・更新 → オルソ補正画像, DSM
- ・地震, 土砂災害への警戒/危険度評価: 立体視・実体視画像 → 標準提供プロダクト
- ・風水害への警戒: 河川流出解析, 洪水解析シミュレーション → DSM, 土地被覆分類
- ・津波, 沿岸災害への警戒: 沿岸海底地形の把握 → 沿岸環境観測(海底地形, 藻場, 珊瑚礁等)

(2) 災害応急対応時・初動対応

- ・「災害速報図」, 「災害区域識別情報」 → 標準提供プロダクト

(3) 災害応急対応時・詳細状況把握

- ・緊急観測画像による状況把握 → 判読情報・変化抽出(自動/半自動による)
- ・建物倒壊・被害状況把握解析 → DSM, オルソ補正パンシャープン画像
- ・二次災害リスク判断材料の提供 → DSM, オルソ補正パンシャープン画像

(4) 復旧・復興期

- ・復興状況の把握: ベースマップ画像・標高データの更新 → オルソ補正画像, DSM

■ 想定パートナー: 国内外防災機関

ミッション要求に応えるプロダクト(2/2)

✓ 地理空間情報の整備・更新

主に国内や発展途上国を対象として、地理空間情報の整備・更新に必要なプロダクトを作成し、実利用を進める。一例として、国土地理院では1/25000地形図の更新だけでなく、「基盤地図情報」として定義される下記の項目が候補となる(全てが先進光学衛星によるものではない)

1)測量の基準点, 2)海岸線, 3)公共施設の境界線(道路区域界), 4)公共施設の境界線(河川区域界), 5)行政区画の境界線及び代表点, 6)道路縁, 7)河川堤防の表法肩の法線, 8)軌道の中心線, 9)標高点, 10)水涯線, 11)建築物の外周線, 12)市町村の町若しくは字の境界線及び代表点, 13)街区の境界線及び代表点 ※参考 <http://www.gsi.go.jp/kibanjoho/kibanjoho40025.html>

■ 最優先の課題

- ✓ 技術仕様: 要求を満足する地表位置決定精度及び標高抽出精度の達成
- ✓ 取得量の確保: 十分な立体視観測画像の取得

■ 利用目的とプロダクト

- ・経年変化抽出: ベースマップ・標高データの更新 → RPC, オルソ補正・パンシャープン画像, DSM
- ・地物の詳細把握 → 判読情報・変化抽出(自動/半自動による), 土地被覆分類
- ・地形図の修正(図化): 立体視観測画像 → RPC, 標準提供プロダクト
- ・沿岸域の地理空間情報把握: 海底地形 → 沿岸環境観測(海底地形, 藻場, 珊瑚礁等)

■ 想定パートナー

- ・国内: 国土地理院, 海上保安庁
- ・海外: 各国地図作成機関, 民間地図関連企業(事業者との連携)

実施内容①: 校正・検証

■ 校正・検証

今後、校正検証計画書を作成し、評価項目・内容、時期、校正検証のための衛星運用計画案等の詳細は定義するが、ALOS, ALOS-2の経験も踏まえ、特に以下の点に留意する。

① 打上げ前校正・検証

- ・画像シミュレーションの実施
- ・雲量評価(特に、国内の異なる2パス立体視)、観測取得量の見積
- ・地上試験データの解析評価: 校正モード、観測モード、データI/F、フォーマット、画質

② 初期チェックアウト(C/O)・初期校正

- ・初期C/O期間中における試験撮像(初画像)データの解析
- ・初期C/O観測データによる解析評価: 校正モード、観測モード
 - 衛星内部/地上処理部の時刻ずれ、アライメントパラメータ初期設定値の確認
 - 実観測データによるデータI/F、フォーマットの確認
- ・初期校正: 実観測データと参照データを用いた校正作業の開始、画質評価

③ 定常運用校正・検証

- ・定常観測運用期間における校正、画質評価による品質維持および向上
- ・高次処理プロダクトの検証および精度向上

先進光学衛星:レベル1プロダクト

■ レベル1処理内容

処理名	処理内容
L1A処理	観測データから切り出され、伸張・ライン生成された生データ。レベル1B以降の処理に必要なラジオメトリック情報、幾何学的情報が付加される。
L1B1処理	レベル1A データにラジオメトリック補正を施し、絶対校正係数を付加する。レベル1B2以降の処理に必要な幾何学的情報等が付加される。
L1B2処理	レベル1B1 データに幾何学的補正、 <u>有理多項式係数(RPC)</u> (システム補正に基づく)を施す。以下の補正オプションが使用可能。 R:Geo-reference データ G:Geo-coded データ
L1C処理	数値標高データ(PRISM DSM、国土地理院 数値地図、SRTM等)を用いて行う正射投影(<u>簡易オルソ補正</u>)処理。

画像シミュレーションの実施

■ 作成手順

入力データ

幾何シミュレーション(ポインティング観測)

- ポインティング角(Roll及びPitch軸)を考慮した幾何投影画像の作成

大気劣化シミュレーション

- 大気散乱による劣化シミュレーション(地上の反射光が衛星に到達する際の拡散透過率とパスラジアンスを考慮)

量子化

- 11bitに変換(ADS80:16bitデータ)

MTF

- シミュレーション用PSFデータの畳み込みによる光学系の劣化シミュレーション

SNR

- ノイズの効果を追加(北緯35度 春分/秋分時、地表面反射率30%入射時に200以上)

JPEG2000圧縮

- 圧縮率1/4(Pa), 1/3(Mu)のJPEG2000フォーマットで出力

姿勢変動成分付加

- 姿勢変動の中周期を想定してジッタノイズを付加

仮定・前提条件:

- ✓ 入力データ(原画像)の特性がシミュレーション画像に与える影響は無視できる.
- ✓ 現段階では, 衛星や光学特性は仕様値にもとづく.
- ✓ データ圧縮は汎用手法で代用.



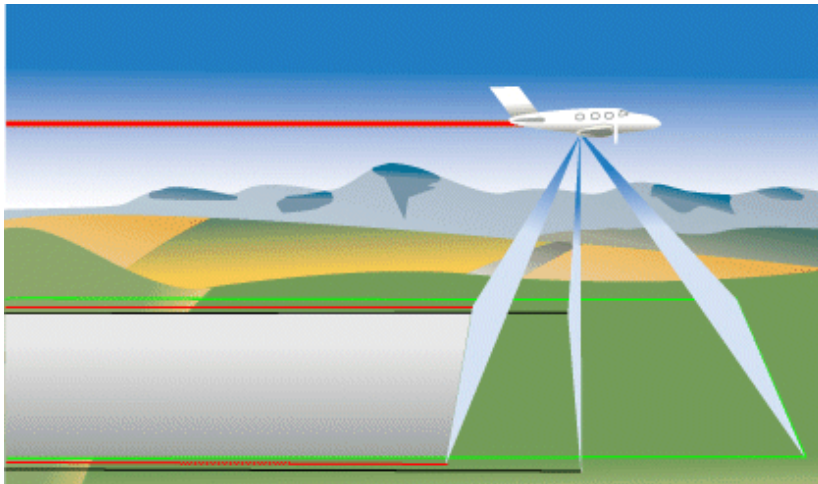
- 原画像の特性がシミュレーション画像に影響を与える
 - ・ 分解能(30cm)の不足
 - ・ 一部, 飽和
- 観測波長帯が異なる
- 幾何条件や観測方向は衛星と異なる
- ターゲットが限定

シミュレーション画像

画像シミュレーションの実施

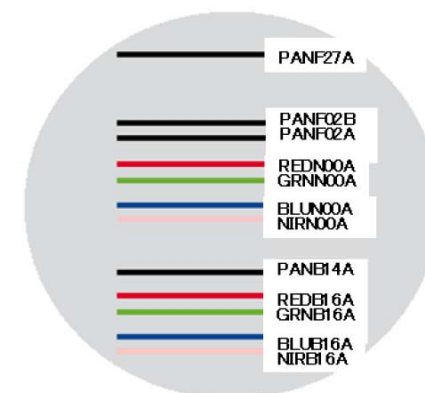
■ 入力データ: ADS80

- ・LeicaGeosystems 社が販売しているライン形式のデジタルセンサ
- ・パンクロのセンサを前方(27 度)、やや前方(2 度)、後方(14 度)に向けて配置
- ・RGB-NIR センサを直下(0 度)と後方(16 度)に向けて配置



Three line scanner principal

項目	仕様
パンクロCCD	12,000 ピクセル × 3 ライン
RGB-NIR CCD	12,000 ピクセル × 2 ライン
画素サイズ	6.5μm
視野角	64 度
焦点距離	62.7mm
F 値	4.0



ADS80のライン配置と向きの概要

画像シミュレーションの実施

■ 幾何投影画像の作成

- ・航空機光学センサ画像(ADS80)を用いて、先進光学衛星ポインティング観測のシミュレーション画像を作成
- ・作成する画像は、ポインティング角6(7)種類 x 5バンド(Pa, Mu 4 band) x 2エリア
- ・作成手法はDSMのセンサモデル視線ベクトル投影による3DCG方式

先進光学衛星の観測仕様(幾何項目)

衛星高度	669km
視野角 (FOV)	6°

衛星の想定ポインティング角 (回転順: Roll→Pitch→Yaw)

Item		Roll	Pitch	Yaw
ストリップマップ 観測	直下視	0.0°	0.0°	0.0°
	パス間距離67km立体視 (後方視)	-5.7°	-23.9°	0.0°
方向変更観測	AT:750km地点(直下視)	0.0°	0.0°	63.2°
	AT:1125km地点(CT画角ニア側端)	-18.9°	-12.8°	57.4°
	AT:1125km地点(CT画角ファー側端)	-24.9°	-12.8°	57.4°
	AT:1500km地点(CT画角ニア側端)	-39.2°	-16.3°	44.4°
	AT:1500km地点(CT画角ファー側端)	-45.2°	-16.3°	44.4°

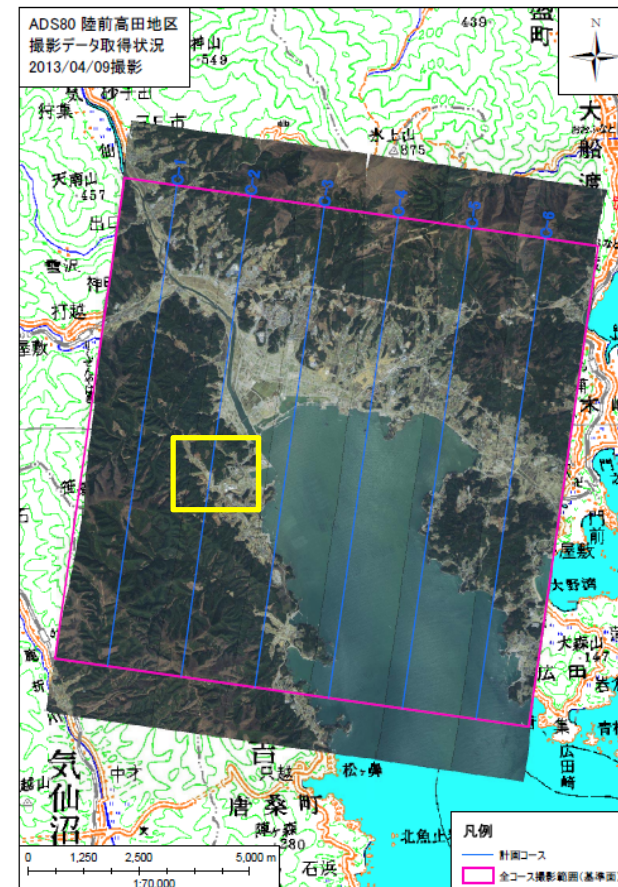
画像シミュレーションの実施

■ ADS80使用データ

エリア	撮影日	L1データID	バンド	GSD
つくば(TKSC)	2013/04/22	L1_30044_130422_010438	Pa/R/G/B/NIR	30cm
陸前高田	2013/04/09	L1_30044_130409_022859	Pa/R/G/B/NIR	20cm



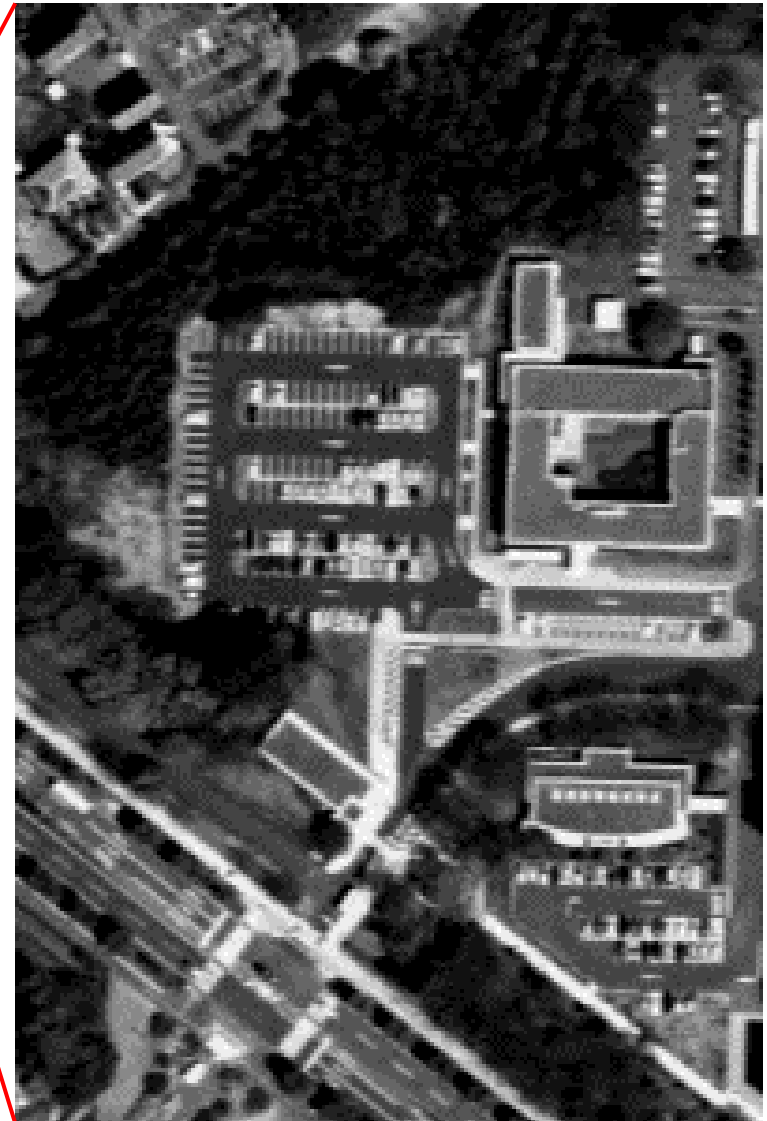
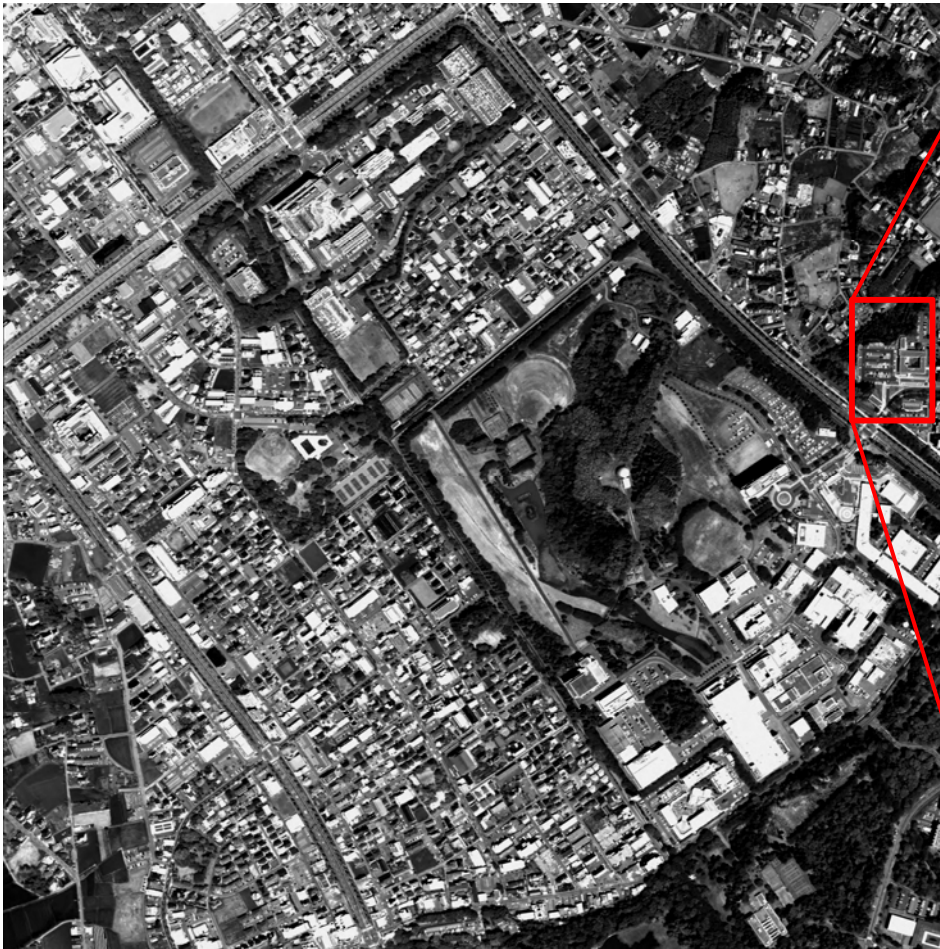
つくばエリア (2km x 1.5km)



陸前高田エリア (2km x 1.5km)

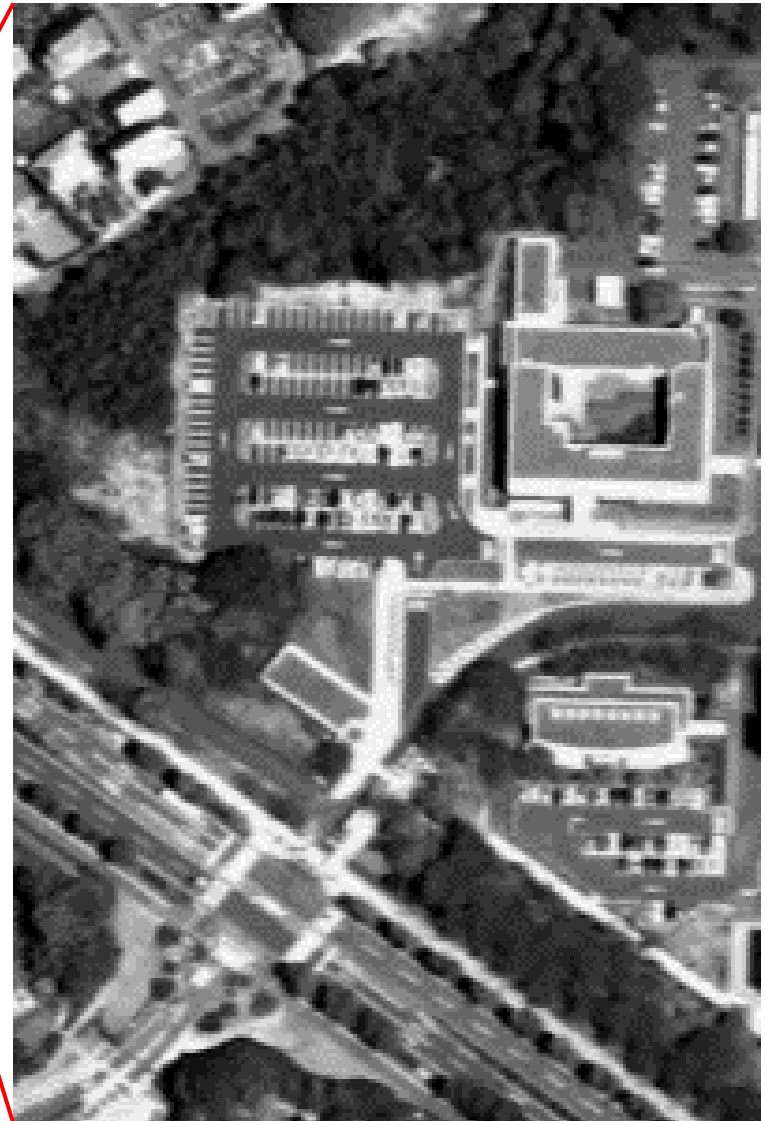
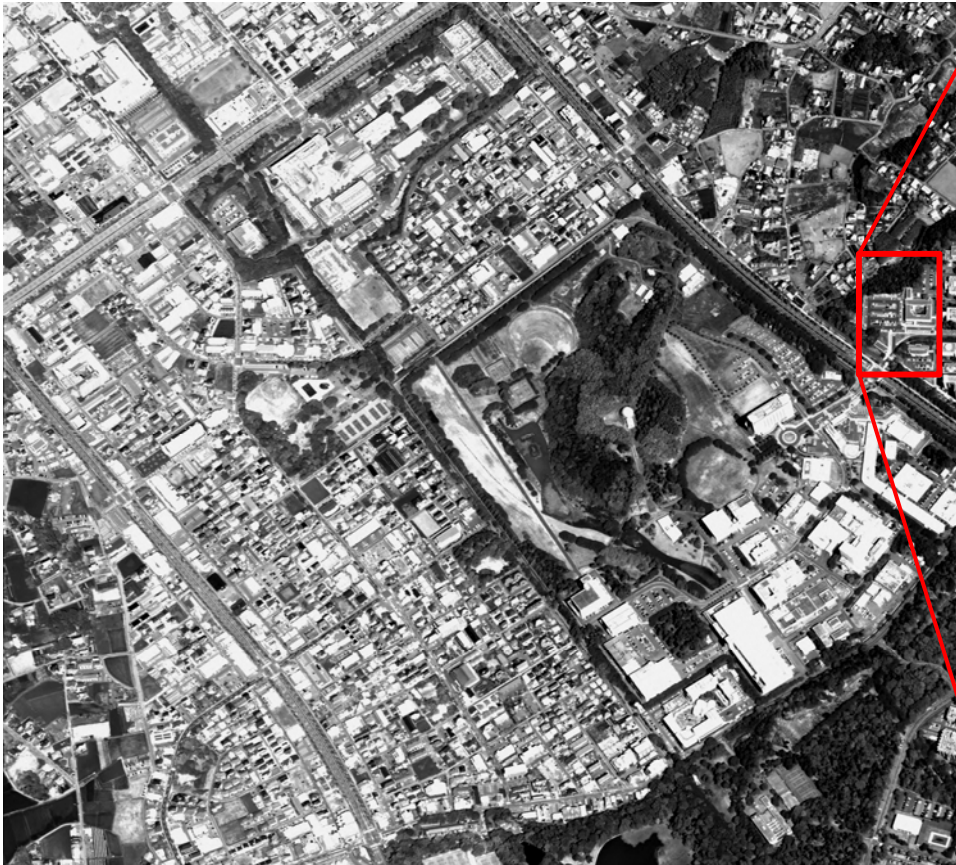
シミュレーション画像例：つくば

■ ストリップマップ直下視Pa (L1B1相当)



シミュレーション画像例：つくば

■ ストリップマップ後方視Pa (L1B1相当)



シミュレーション画像例：陸前高田

■ ストリップマップ直下視Pa (L1B1相当)



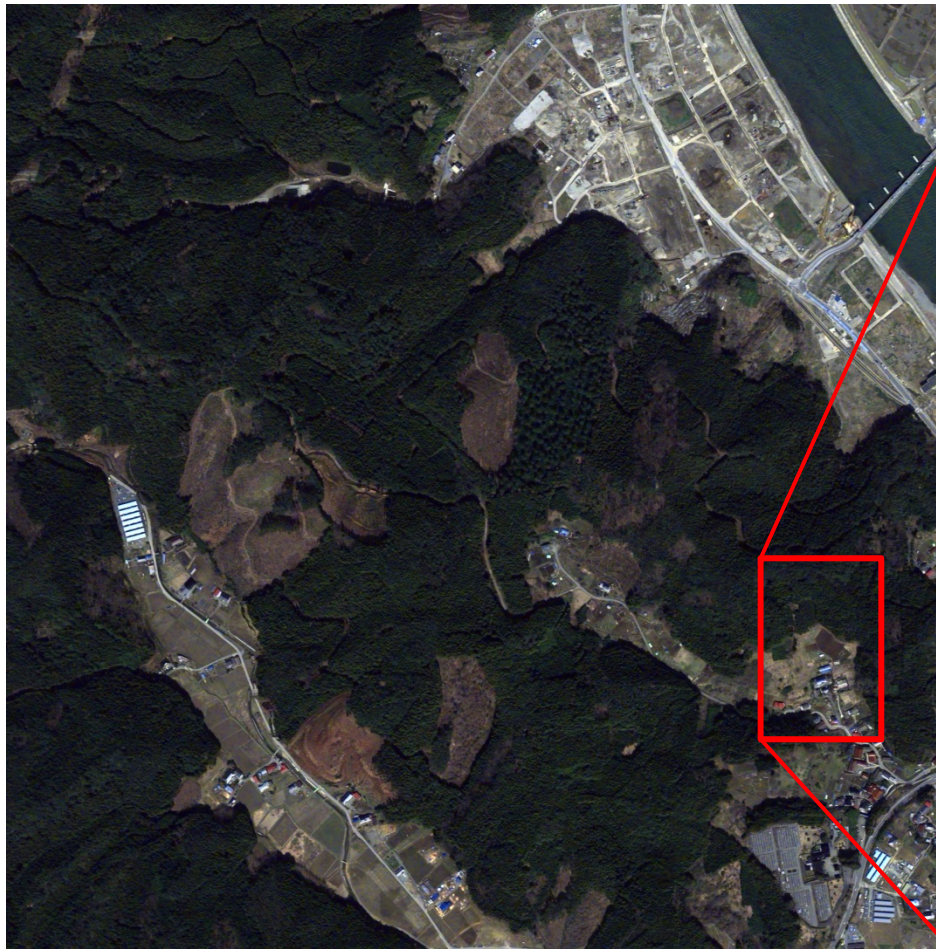
シミュレーション画像例：陸前高田

■ ストリップマップ後方視Pa (L1B1相当)



シミュレーション画像例：陸前高田

■ 方向変更観測750km/パンシャープン (L1B1相当)



シミュレーション画像例：陸前高田

■ 方向変更観測1125km Near sideパンシャープン



シミュレーション画像例：陸前高田

■ 方向変更観測1500km Near sideパンシャープン



まとめ

- 現在，詳細検討中の利用推進研究と提供予定のプロダクトの概要を紹介した.
 - ✓ 先進光学衛星データを利用して頂くことを想定した場合，提供プロダクトの種類，フォーマット，提供方法等に対するリクエストがあれば聞かせて頂きたい.
- 現在実施している基本設計フェーズにおける画像シミュレーションを紹介した.
 - ✓ 今後，設計値を反映した画像シミュレーションも実施予定
 - ✓ 現段階のシミュレーション画像にご興味あるユーザはいらっしゃるか？