

小型地球観測衛星を使ったサービスについて ～小型SAR衛星を中心として～

一般財団法人 リモート・センシング技術センター
研究開発部・社会インフラグループ
古田 竜一



報告内容

- はじめに
- 小型地球観測衛星とRESTECのサービス
- 小型地球観測衛星の利用に資するRESTECの技術
- ASNARO-2によるフェージビリティスタディ

はじめに

■ 大型地球観測衛星で培った技術を小型地球観測衛星データに応用

- アルゴリズム/サービス
- 校正・検証など

■ 小型地球観測衛星の特徴を活かしたサービス構築

- 高分解能観測(大型地球観測衛星と同等)
- 高頻度観測(大型地球観測衛星よりも高頻度)



RES 大型 (>1,000kg)



中型 (>500kg)



小型 (>100kg)

RESTECの技術を活かして
小型地球観測衛星を社会インフラ化

小型地球観測衛星とRESTECのサービス

■ AW3Dサービスが小型衛星の位置精度向上に貢献

■ グローバル・リファレンス3.0 (GR3.0)

■ AW3Dオルソ画像を活用した衛星画像の位置補正を行うためのデータ

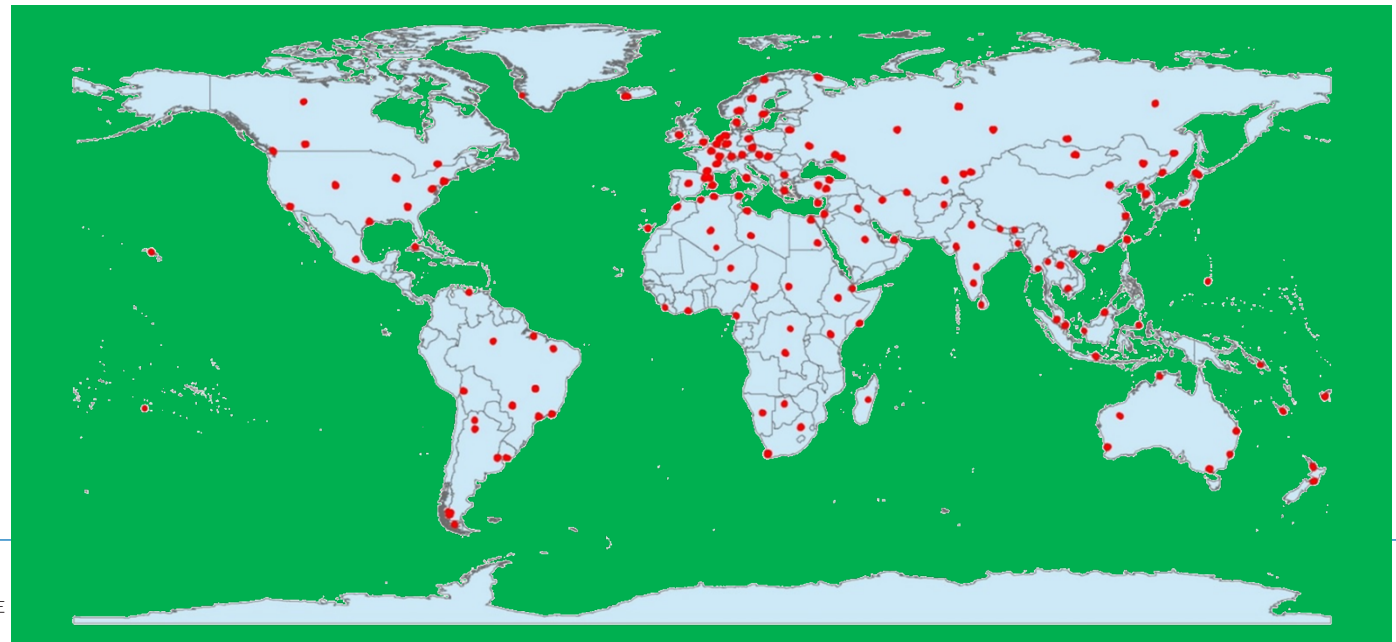
■ 2.5mパナクロマティックオルソ画像 (8.3m@CE90)

■ 業界標準のLandsat GSL 2000 (30m@CE90) に比べて高精度

■ 全世界GCPオルソチップ (DSM+オルソ画像) データセット

■ 世界約1,000箇所のチップ画像 (0.5mDSM+オルソ画像) を提供

■ 2.0m@CE90



小型地球観測衛星とRESTECのサービス

■ 地表面変位計測サービス(RISE)への小型SAR衛星データの活用を検討中

- 小型SAR衛星データの活用に向けた検討を実施中
- 財団のSAR干渉処理ソフトウェアにより小型SAR衛星データを取り込み可能
- 大型SAR衛星で課題となっている時間分解能を向上できる
- ASNARO-2によるフィージビリティスタディ(後述)



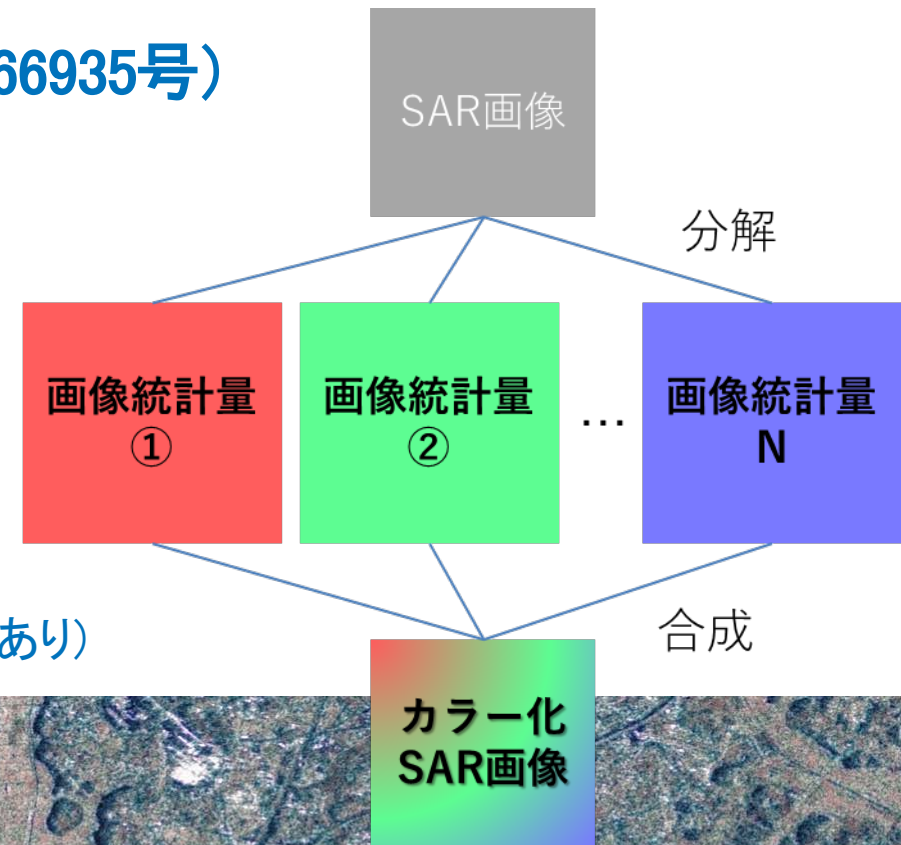
ASNARO-2 Data ©NEC, Processed by ©RESTEC

小型地球観測衛星の利用に資するRESTECの技術

■ SAR擬似カラー化(特許取得済:特許第6366935号)

■ 特徴

- 1枚のSAR画像のみで擬似カラー化可能
- X、C、Lバンドに対応
- 分解能が劣化しない
- 後方散乱の空間的な統計量で色付け
- いつでも雲なしのカラー画像を提供可能
- 航空機SAR、大～小型SAR衛星に適用可(実績あり)

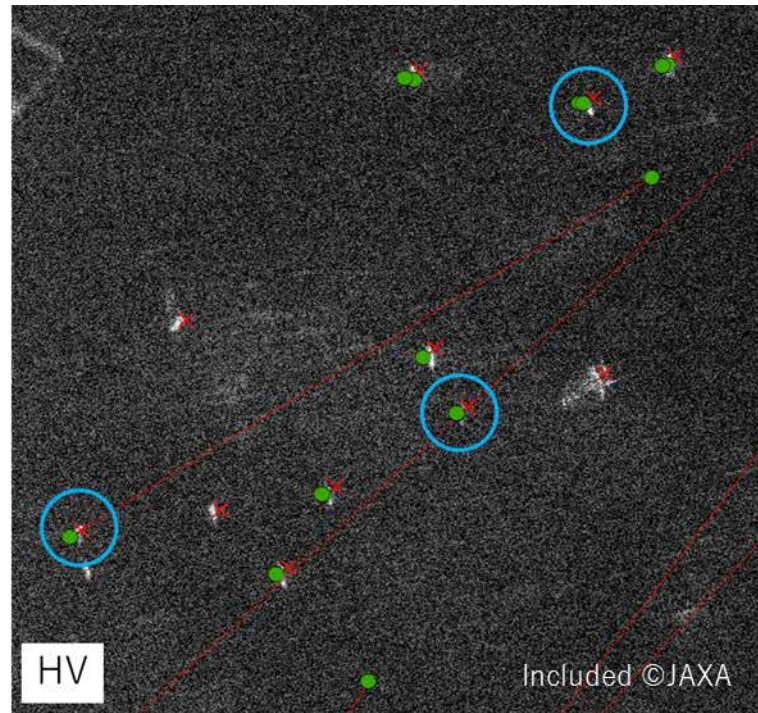
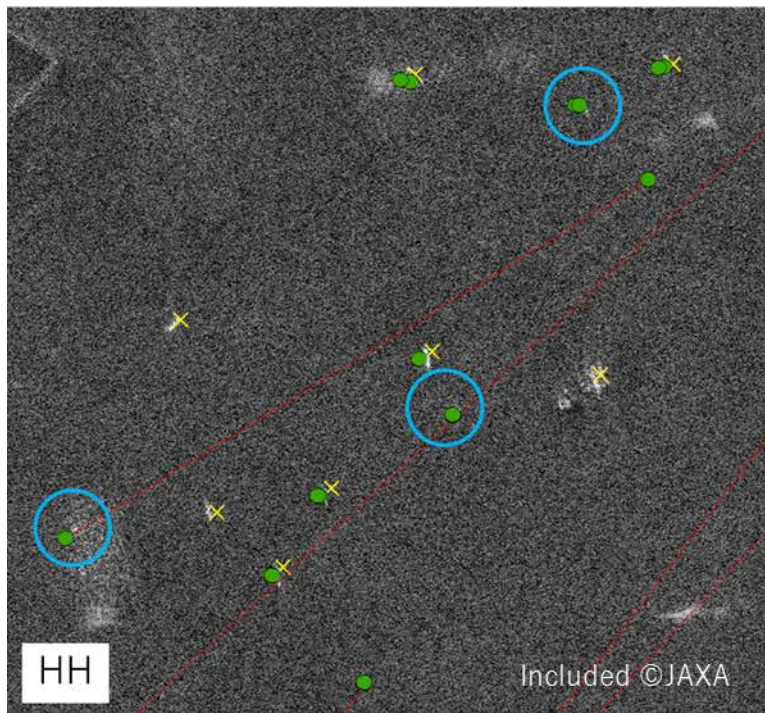


SAR data ©ICEYE, ColorizationSAR process ©RESTEC

小型地球観測衛星の利用に資するRESTECの技術

■ 偏波観測による船舶抽出の検討

- 小型SAR衛星の利活用として期待度が高い
- 偏波情報の有用性を確認(既往の研究通り、HV偏波が有用。体積散乱、ヘリックス散乱成分の感度を有する。)
- 将来の小型SAR衛星設計(提案)、解析手法開発に応用



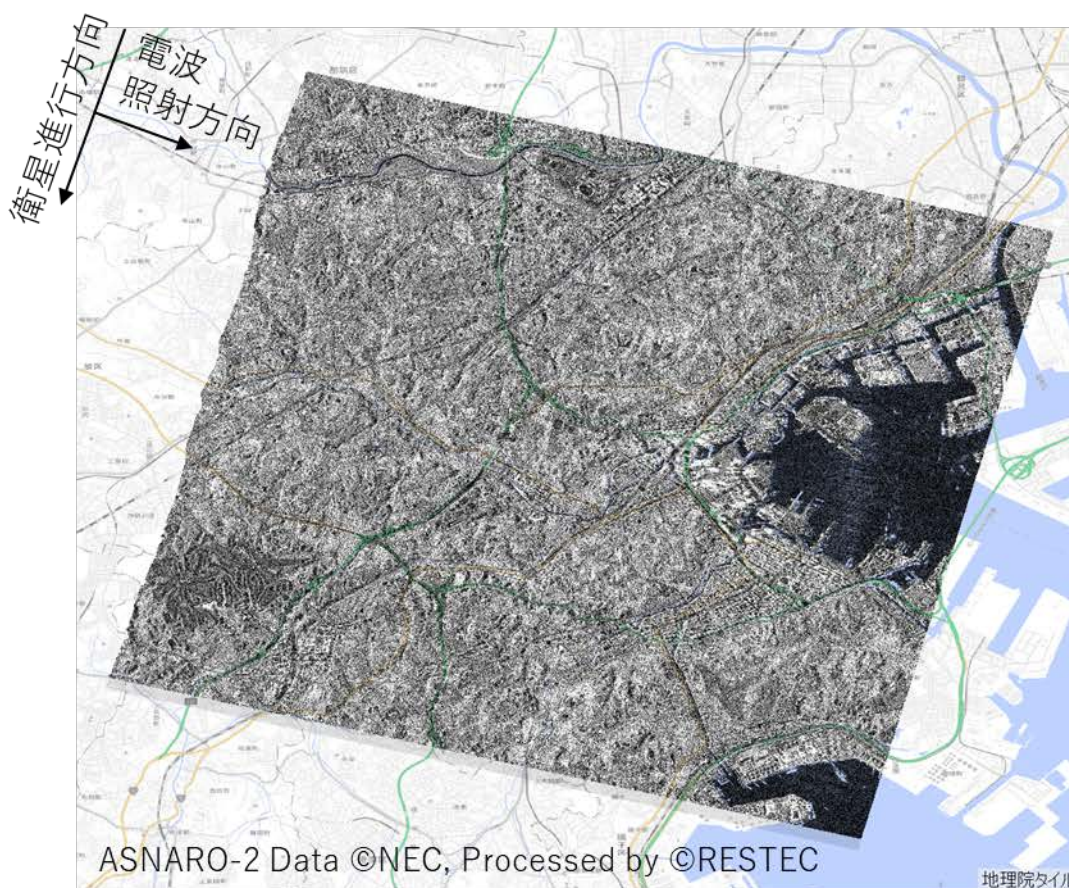
- × : 抽出した船舶
- : AISデータ
- : HH偏波で未検出の船舶

ASNARO-2によるフェージビリティスタディ

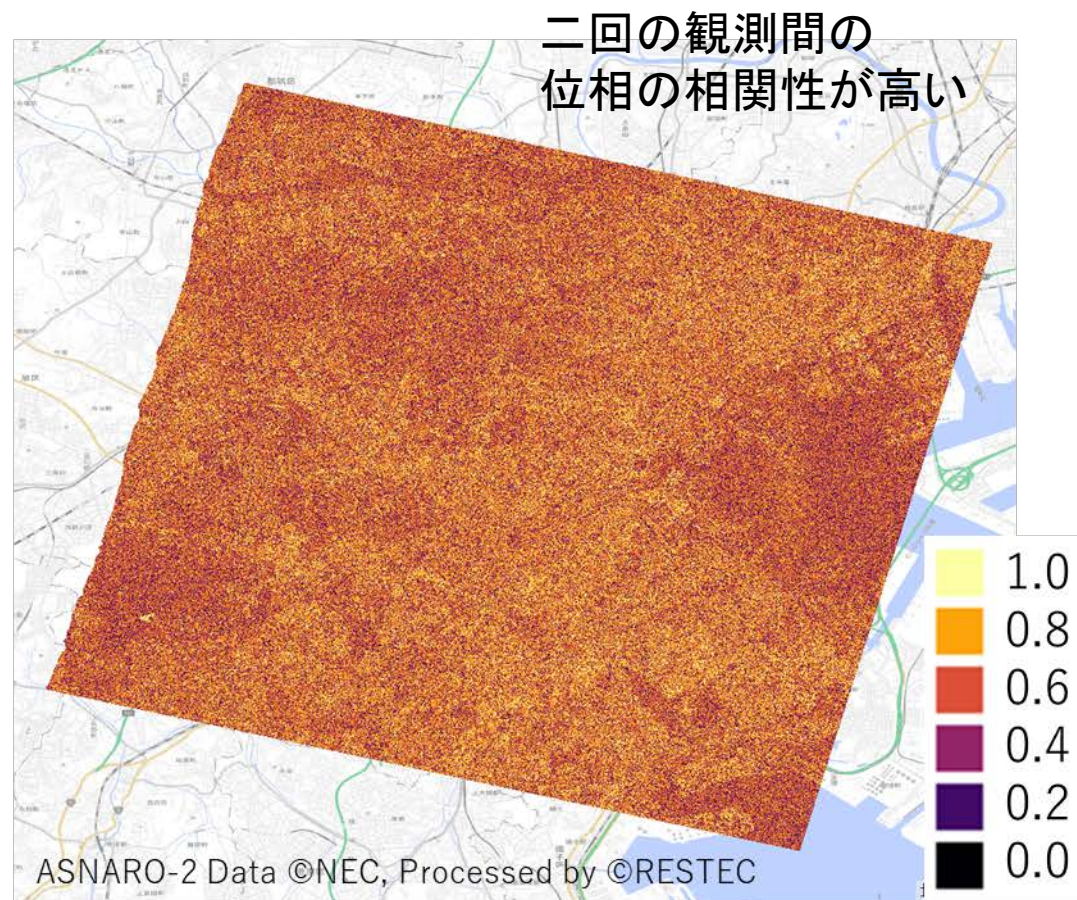
- NEC/JEOSSと共同でサービス開発を実施中
- RESTECはASNARO-2を用いた解析技術開発を担当
 - 本日は速報としてご紹介

干渉SAR運用でなくとも干渉解析が可能

■軌道・姿勢が安定していれば、観測条件を一致させた観測で実現可能



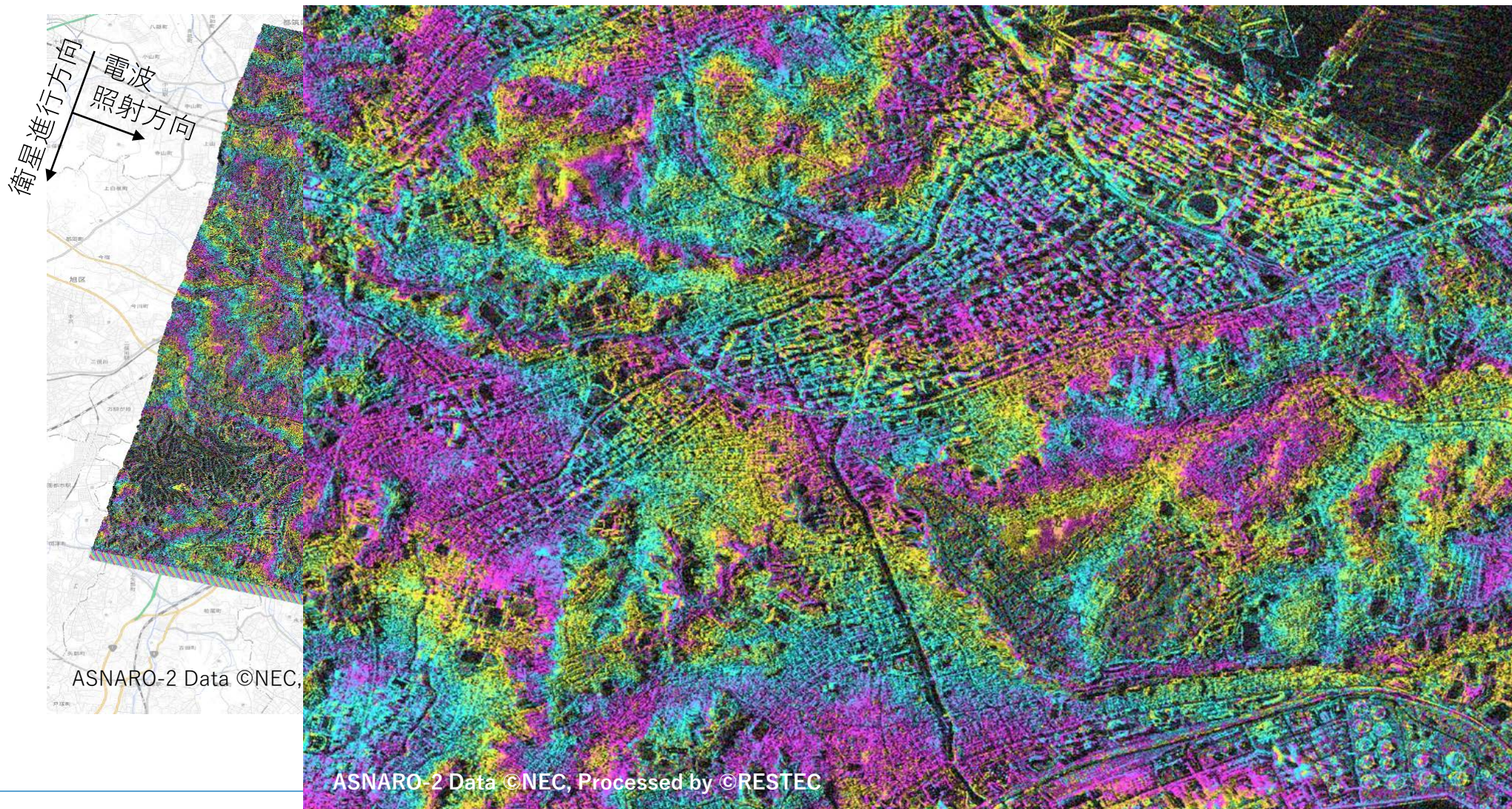
オルソ補正済み強度画像



コヒーレンス画像

干渉SAR運用でなくとも干渉解析が可能

■DEM生成、地表面変位などが実現できる可能性を示唆

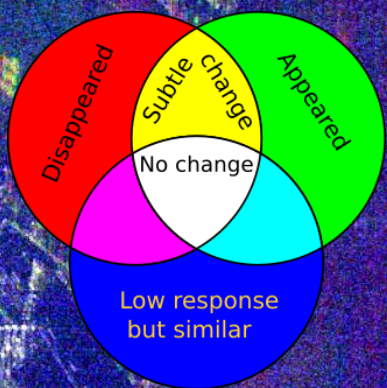


干渉技術を用いた微小な変化も抽出可能に

■ Multi Temporal Coherence mapping (MTC) による変化抽出

車両・コンテナ等の保管状況
赤：出荷／移動、緑：入荷

石油タンクの備蓄状況
赤：減少、緑：増加

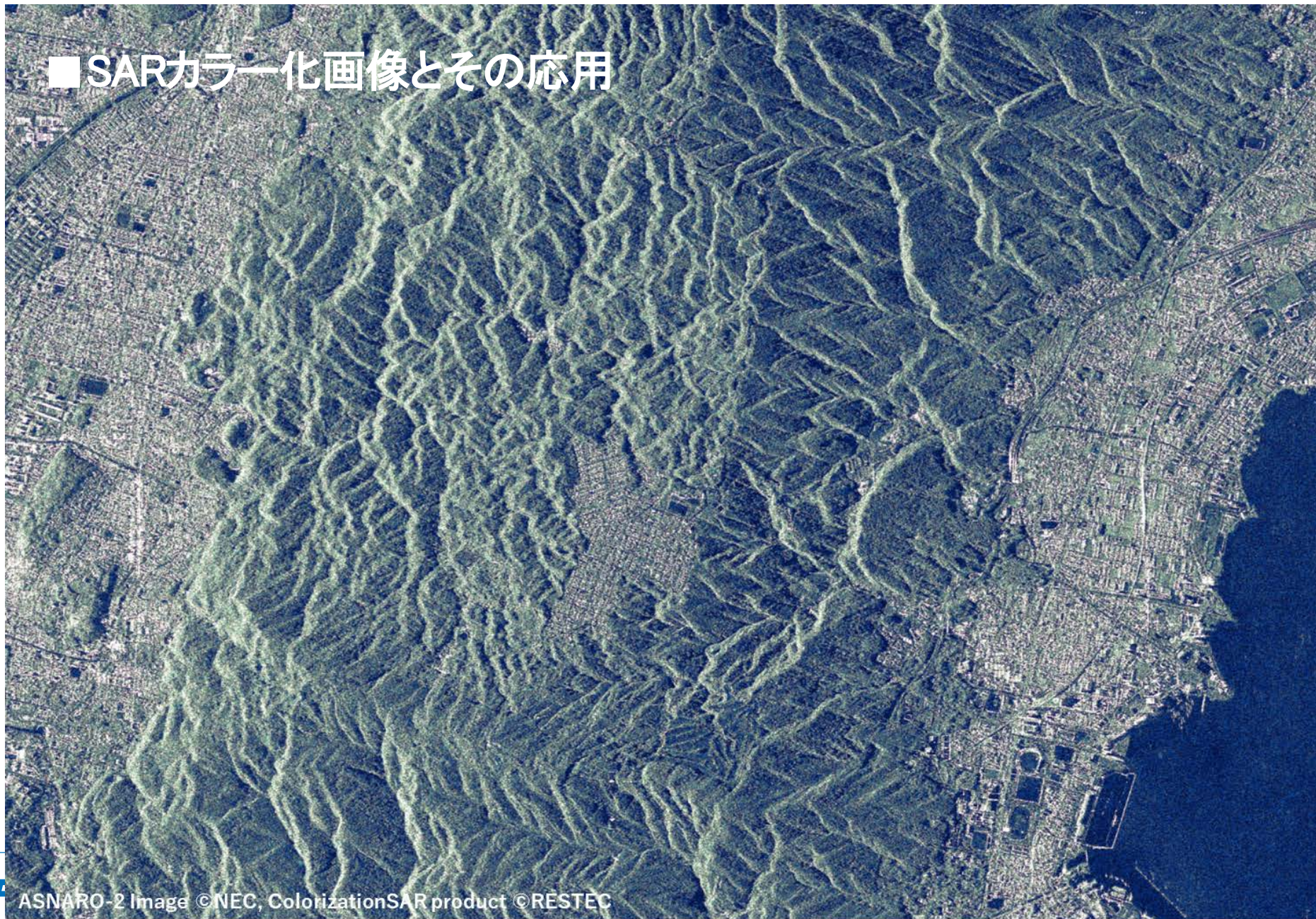


船舶の入港状況
赤：出港、緑：入港

ASNARO-2 Data ©NEC, Processed by ©RESTEC

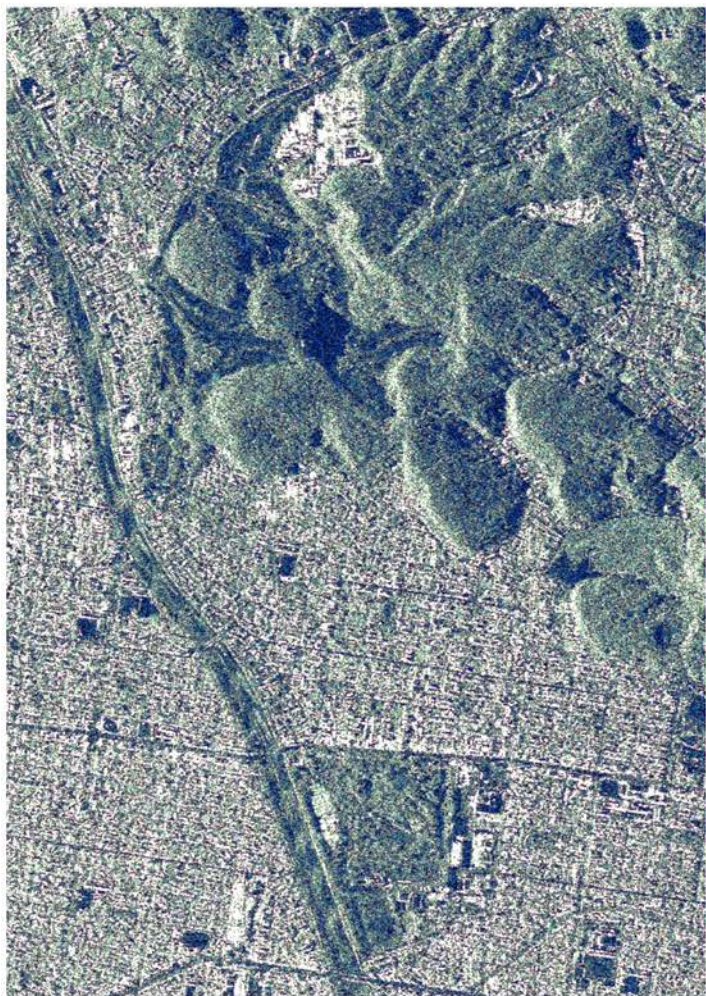
単画像による解析・利用の幅を広げる

■ SARカラー化画像とその応用

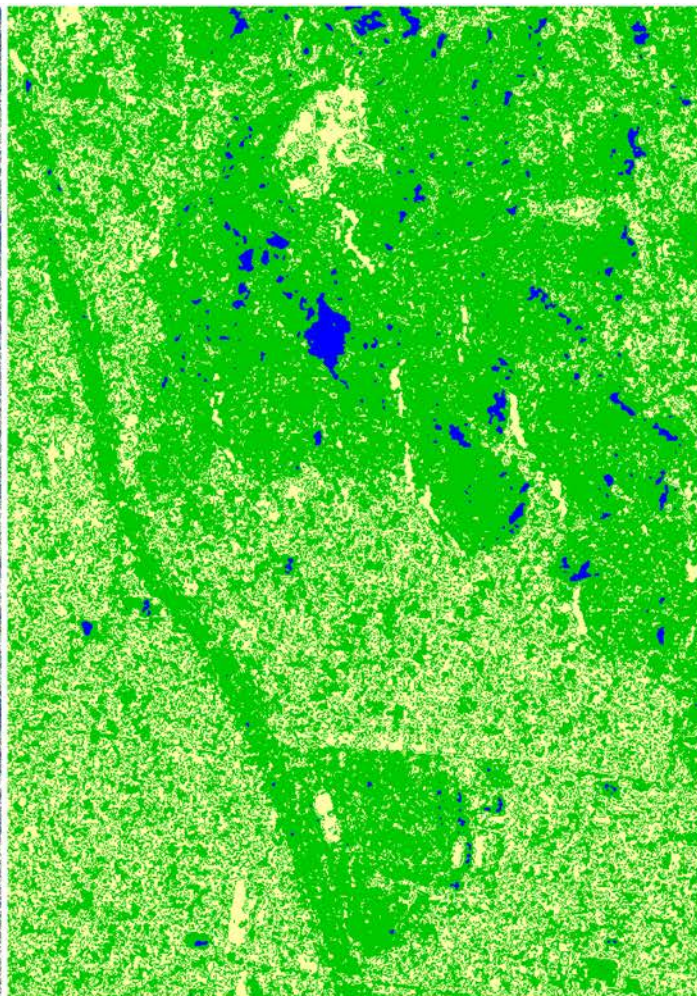


単画像による解析・利用の幅を広げる

■ SARカラー化画像とその応用



ASNARO-2 Image ©NEC
Colorization SAR product ©RESTEC



ASNARO-2 Image ©NEC
Land Classification Processed by RESTEC

SARカラー化プロダクトによる
土地利用・土地被覆分類の試行

- 水域・影
- 植生
- 人工構造物

まとめ

■ 小型地球観測衛星による宇宙利用の拡大

■ RESTECのサービス、技術で小型地球観測衛星データの利活用を支える

- 40年以上の地球観測衛星利活用経験を活かす
- 校正・検証
- データ解析・分析技術

■ ASNARO-2等によるフィージビリティスタディ

- 大型、中型、小型に適用可能な基礎的な解析技術は保有
- 小型ならではの応用解析技術を開発

■ 小型地球観測衛星により高頻度の情報を提供

- 大型地球観測衛星の利活用で課題となっている時間分解能の大幅な向上(半月に1回を1日に1回)を目指す



RESTEC

Sense your Earth

NECの小型衛星事業と JEOSSのASNARO-2画像販売事業

2019年 6月 12日

日本電気株式会社/

日本地球観測衛星サービス株式会社

柿元 都萌子

1.NECの宇宙事業への取り組み

1-1. 宇宙事業の位置づけ

1-2. 宇宙利用サービスへの参入

1-3. 小型地球観測衛星“ASNARO”シリーズ

1-4. 日本地球観測衛星サービス株式会社の概要

2.ASNARO-2を活用したRESTECとの共同研究

2-1. 共同研究の概要

2-2. 共同研究の目的

2-3. 共同研究実施計画

3.ASNARO-2の画像紹介

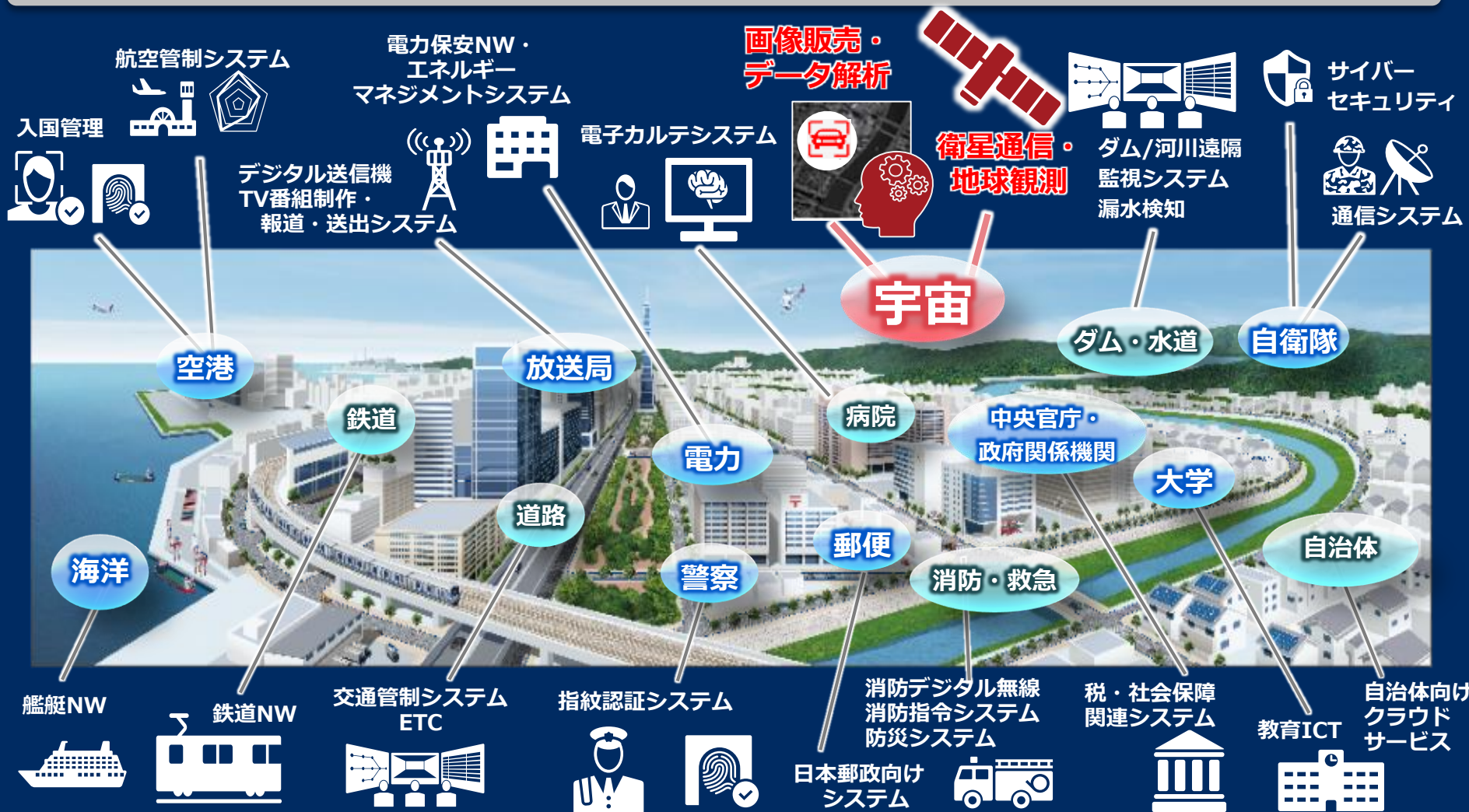
3-1.ASNARO-2衛星の特徴

3-2.ASNARO-2画像のご紹介

1. NECの宇宙事業への取り組み

1-1. 宇宙事業の位置づけ

- 広い領域での豊富な実績を強みに社会インフラの高度化に貢献
- 宇宙ソリューション拡大への取り組みで安全・安心な社会を実現



1-2. 宇宙利用サービスへの参入

高性能レーダー衛星ASNARO-2を自社で運用することで
ICTベンダーとして本格的な宇宙利用サービスを提供可能に

現在の提供範囲

従来の提供範囲

製造

人工衛星・
地上システム

運用

2018年 1月 運用開始

画像販売

①

- 国内初の衛星システム運用
地上システムパッケージ
「GroundNEXTAR」を開発
- 撮像計画の見える化を実現

②

- 「NEC衛星オペレーション
センター」を新設
- 「ASNARO-2」を自社内
第一弾として運用開始

③

- **日本地球観測衛星サービス
株式会社 (JEOSS)**が、
2018年9月から衛星画像
販売を開始

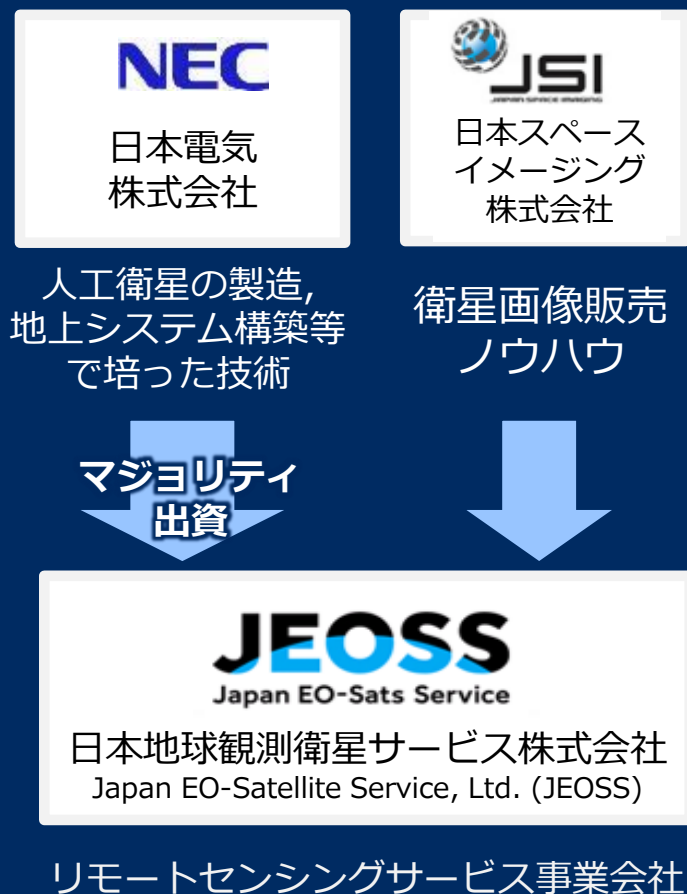
1-3. 小型地球観測衛星 “ASNARO” シリーズ

● 商用衛星では世界最高クラスの分解能を実現

	<h3>ASNARO-1 (光学衛星)</h3>  <p>© NEC</p>	<h3>ASNARO-2 (レーダー衛星)</h3>  <p>Panama Canal © NEC</p>
衛星外観 ・ 撮像画像		
打ち上げ日	2014年11月	2018年1月
センサー	光学	合成開口レーダー
特徴	一般的な光学写真 色が分かる	夜間や雲・煙で覆われた地域も撮像可能
分解能	0.5 m (Pan), 2 m (MS)	1m (SP) ,2m (SM),16m (SS)
重量	500kg	570 kg
回帰日数 (サブサイクル)	43日 (5日)	14日 (4.7日)
撮像時刻	11 AM/PM	6 AM/PM

1-4. 日本地球観測衛星サービス株式会社の概要

- 2015年4月にNECとJSIによりASNARO-2画像販売を目的として設立された合弁会社
- 2018年9月よりユーザー向けに画像販売を開始



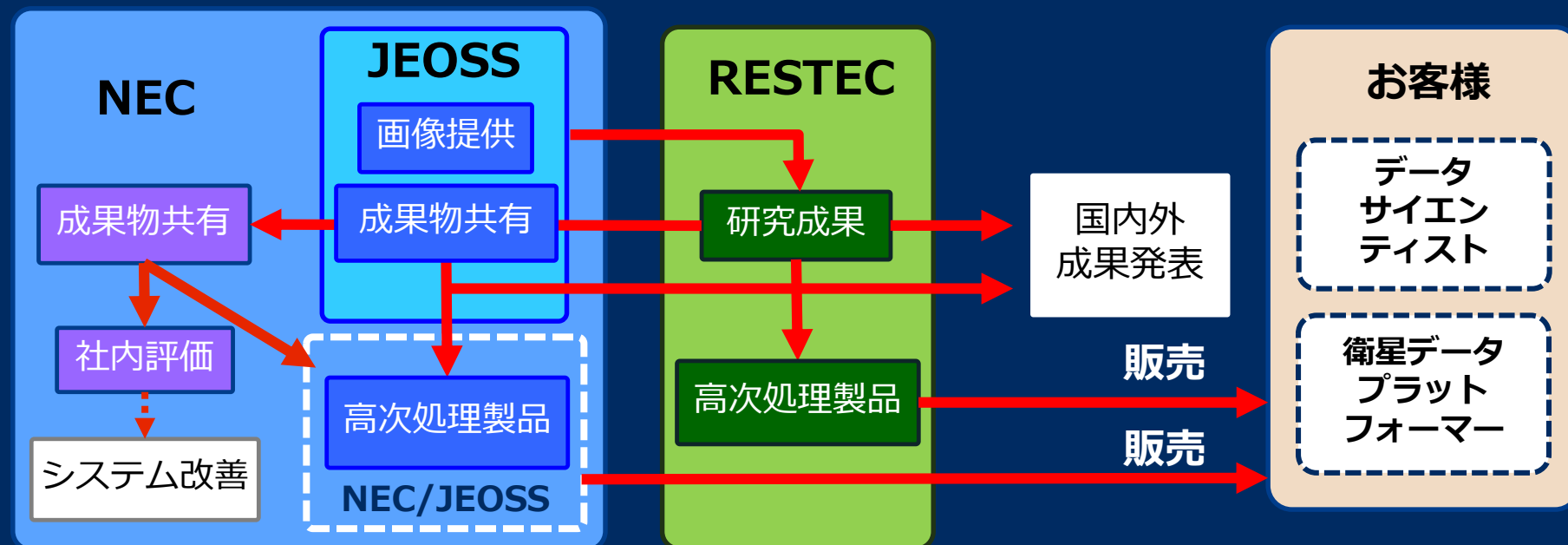
ASNARO-2画像販売フロー



2. ASNARO-2を活用したRESTECとの共同研究

2-1. ASNARO-2を活用した共同研究の概要

研究スキーム



研究テーマおよび期待成果

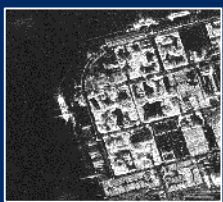
- ・ テーマ ⇒ 地形、地形補正、変化抽出に関わる技術開発
- ・ 期待成果 ⇒ 各種アルゴリズム・ツール、高次処理製品及びそのサービス

2-2. ASNARO-2を活用した共同研究の目的

NEC/JEOSSの狙い

現状の販売メニュー：

- ・ ASNARO-2画像



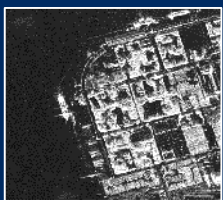
ASNARO-2画像

お客様のニーズ

- ・ SAR解析技術を利用したい
- ・ 画像だけでなく情報が欲しい

今後の販売メニュー：

- ・ ASNARO-2画像 + 高次処理製品



ASNARO-2画像

+



高次処理製品

+



解析
レポート

RESTECの狙い

現状の研究・活動：

- ・ 大型SAR衛星で培った解析技術
- ・ リモセン画像利用ビジネスの提供



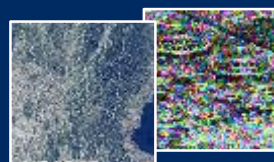
©JAXA



©RESTEC

今後の研究・活動：

- ・ 小型SAR衛星向けの技術力向上
- ・ 小型SAR衛星の実力検証と市場拡大



©NEC, processed by RESTEC



© NEC

製品ラインナップ強化

⇒ 高次処理後の解析結果の販売
により新たな**ユーザ**を獲得

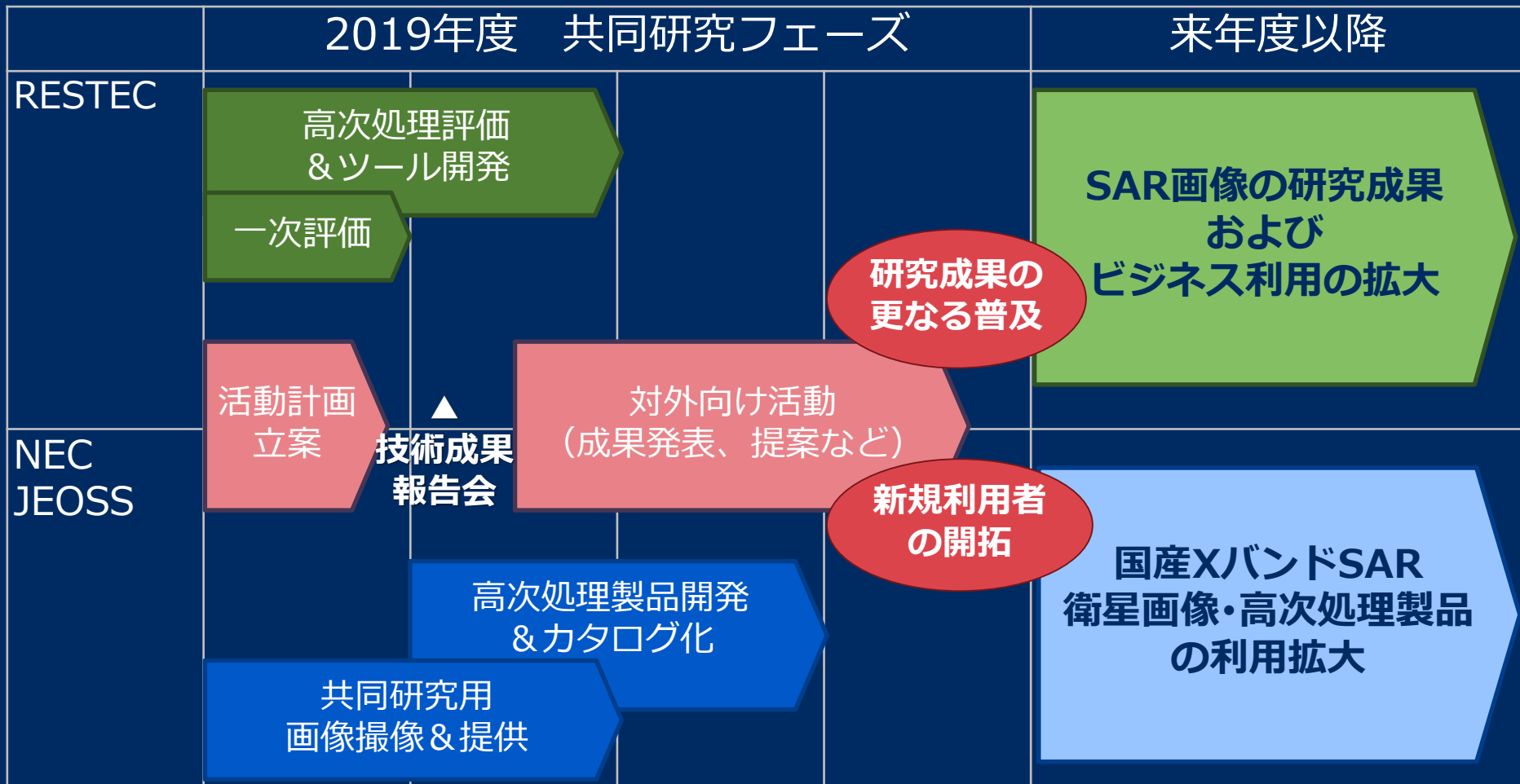


解析技術力向上・研究成果の発表

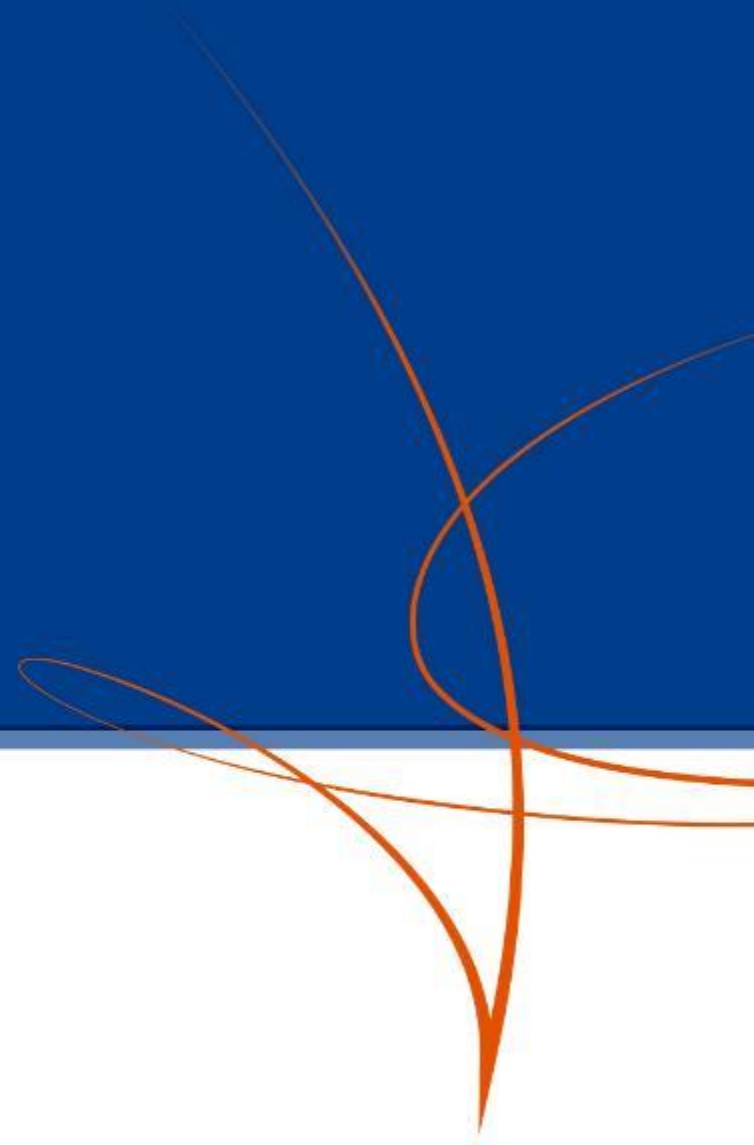
⇒ 小型地球観測衛星の
社会インフラ化を促進

2-3.共同研究実施計画

- 日本の継続的な宇宙インフラを目指すべく、小型SAR画像の有効性を実証し、衛星画像利用市場の活性化を図る



3. ASNARO-2の画像紹介



3-1.ASNARO-2衛星の特徴

レーダ衛星のメリット

広域性

越境性

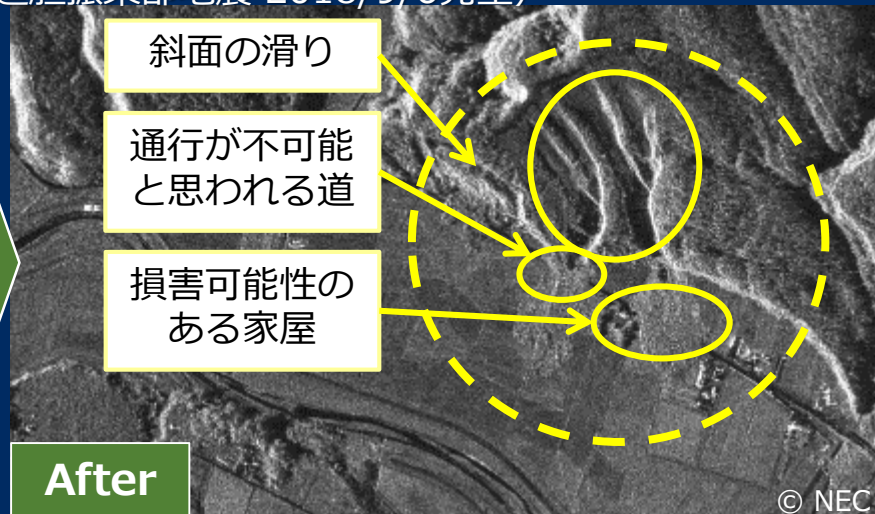
全天候性

周期性

夜間観測

- ・ 場所、天候、昼夜間を問わず、関心領域の状況を把握できる
- ・ 環境に左右されない継続的かつ周期的なモニタリングが可能

ASNARO-2緊急撮像事例（北海道胆振東部地震 2018/9/6発生）



国土地理院からの画像（2015）

Spotlight-2（2018/9/8撮像）

<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html>

広範囲での洪水域把握に利用可能

ラオス洪水後の様子

2018年07月29日 17:51

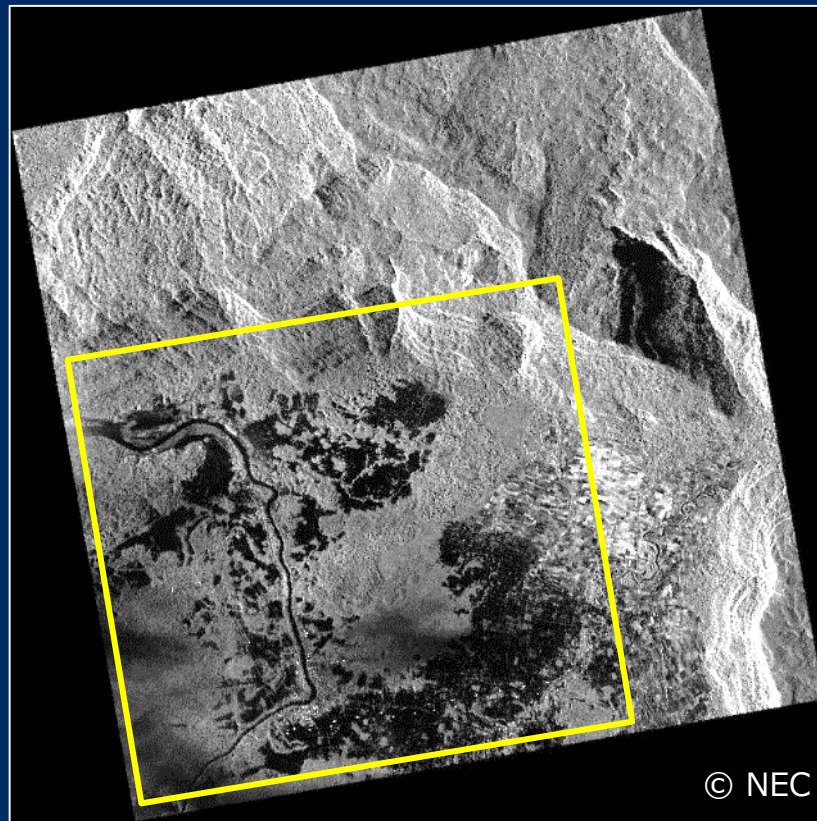
現地被害の様子



<https://www.sankei.com/world/news/180724/wor1807240023-n1.html>



<http://www.globalnewsasia.com/article.php?id=798&country=5&p=2#photo>



降水被害マップ
(JAXA発表)

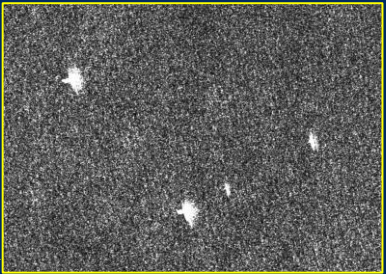
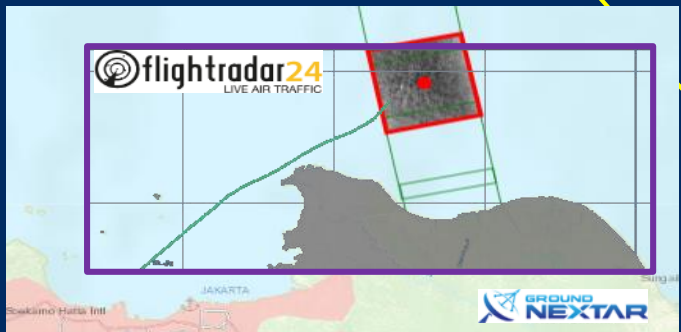
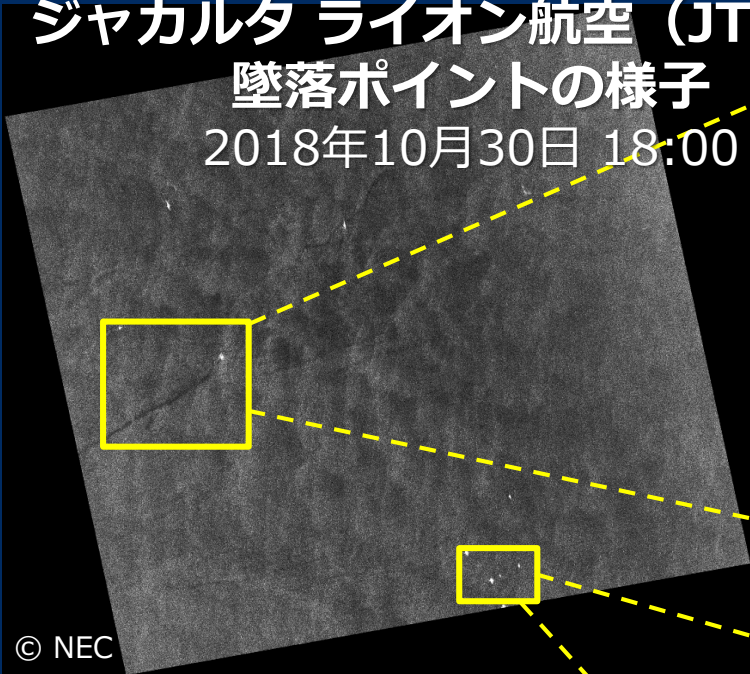


<http://www.satnavi.jaxa.jp/project/alos2/news/2018/180727.html>

- ・遠隔の現場確認が可能
- ・広域の洪水域・浸水域が視認可能
- ・厚い雲がかかっているも地表面が確認可能

事象発生後の様子を即時に捉えることが可能

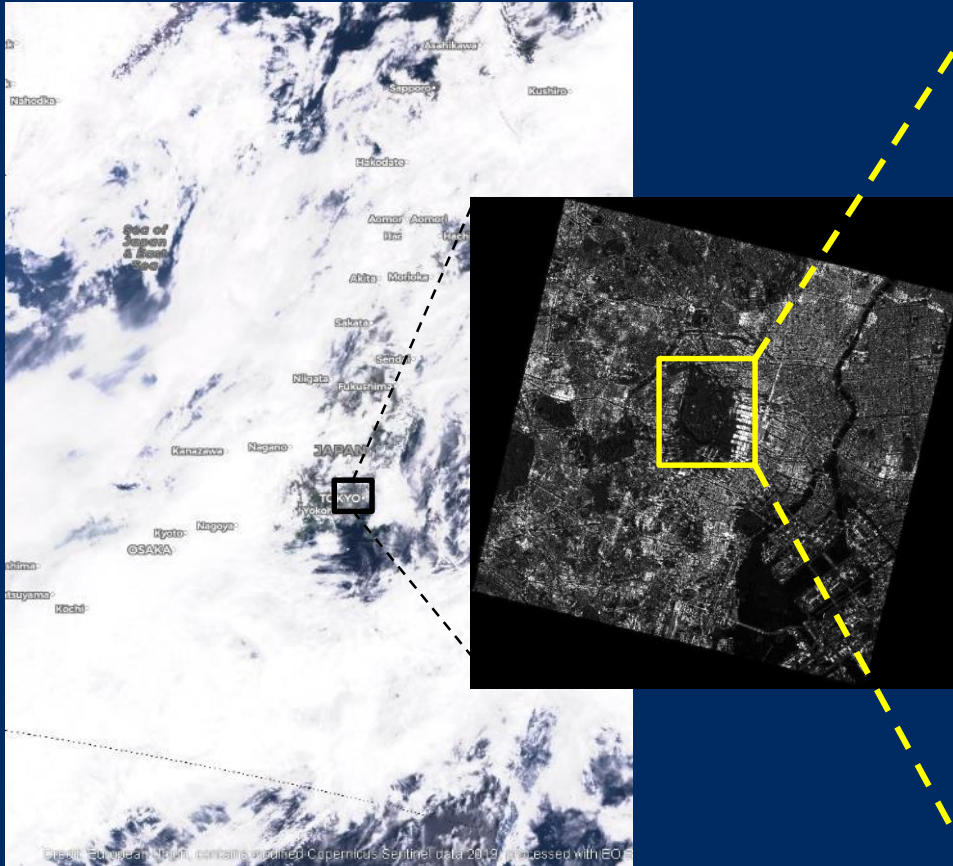
ジャカルタ ライオン航空 (JT610)
墜落ポイントの様子
2018年10月30日 18:00



- ・ 事故発生の可能性が
ある現場の状況確認
- ・ 海上の状態確認

分厚い雲の下も鮮明に撮像可能

光学衛星画像 (Sentinel-3)
令和元年5月1日(水) 09:58



Copernicus Sentinel data 2019, processed by ESA.

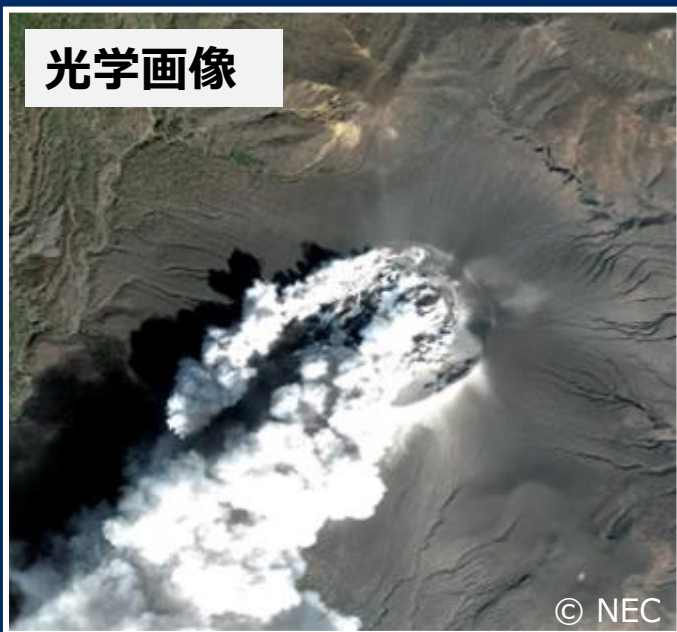
ASNARO-2衛星画像
令和元年5月1日(水) 06:00頃



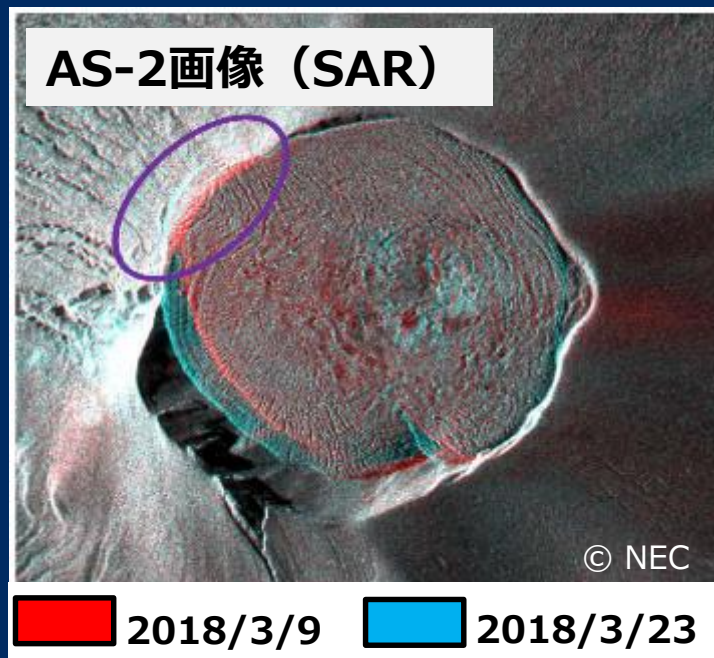
火山の煙の影響を受けずに火口の状態を把握

鹿児島県新燃岳 (2018年3月)

光学画像



AS-2画像 (SAR)



火山活動の進行に伴う火口の変化を観測

- ・ マグマ溜りの成長の様子 (青色部分)
- ・ 火口淵からの溶岩流出 (紫円部分)

定期モニタリングによる防災・減災への活用

大規模噴火前

3/4

大規模噴火後

3/9

溶岩の流出

3/18

噴火の収束

4/15

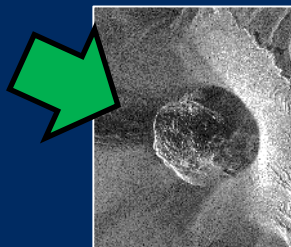
噴火の収束

4/29



©NEC Corporation

電波照射方向

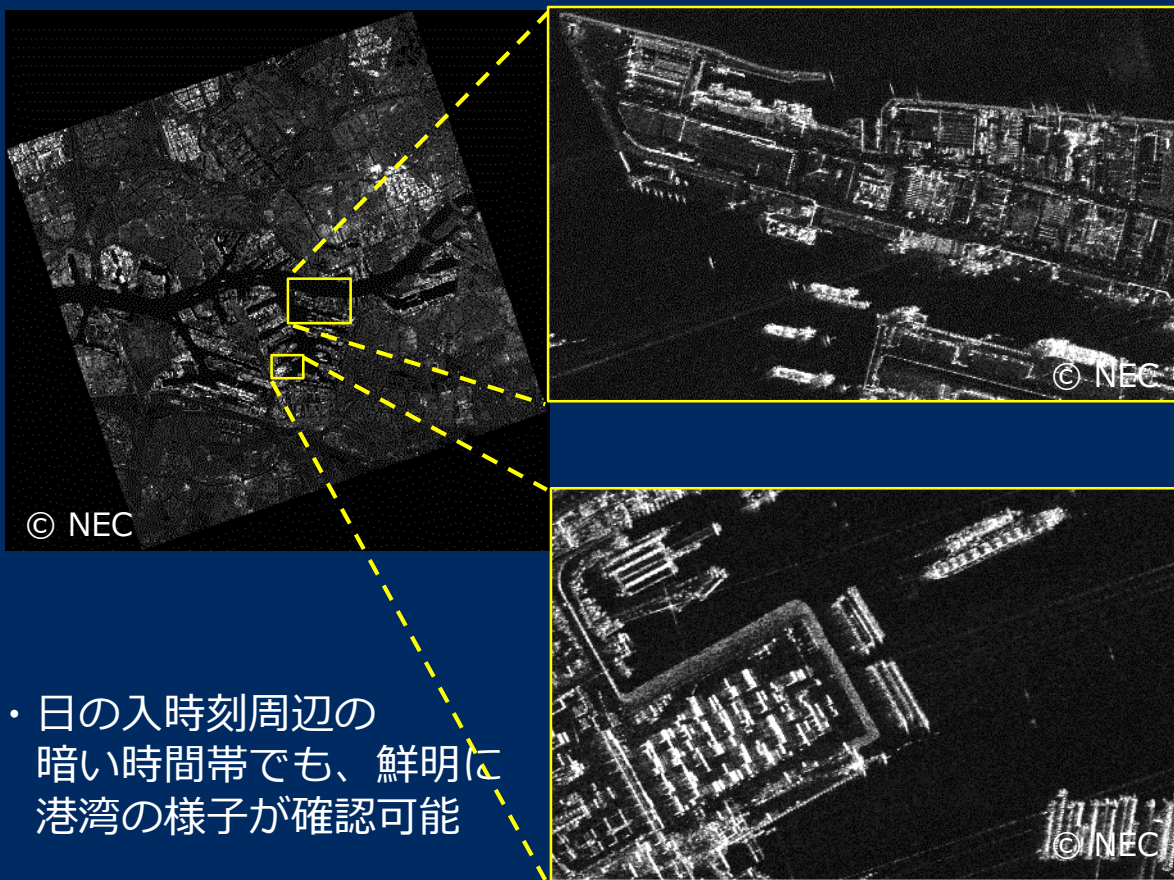


- ・ 噴火前後の定期モニタリング @鹿児島県新燃岳

Descending,左方向視,オフナディア角32°,HH偏波

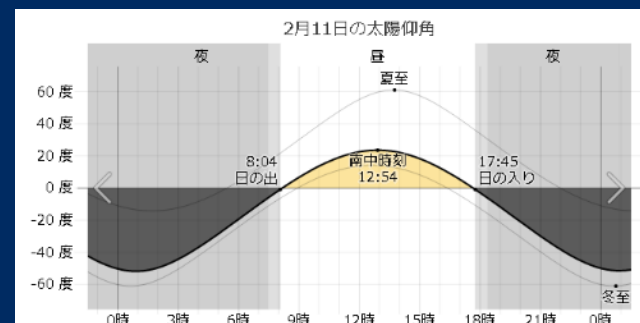
夕刻／夜間でも鮮明に撮像が可能

アムステルダム (ASNARO-2)
2018年02月17日 17:33



- 日の入時刻周辺の暗い時間帯でも、鮮明に港湾の様子が確認可能

2月中旬の日の出・日の入時刻



<https://ja.weatherspark.com>

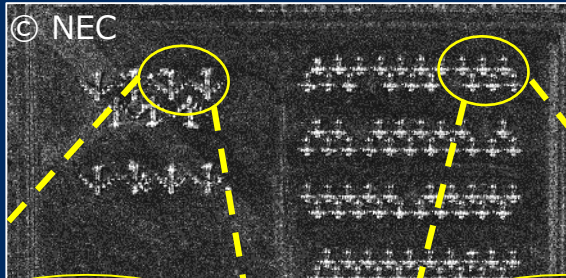
オランダ 日の入イメージ



https://farm4.staticflickr.com/3849/15158059210_d0f431ce70_b.jpg

3-2.ASNARO-2画像のご紹介 (7/10)

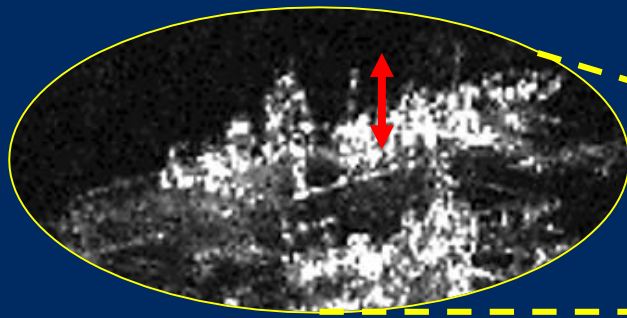
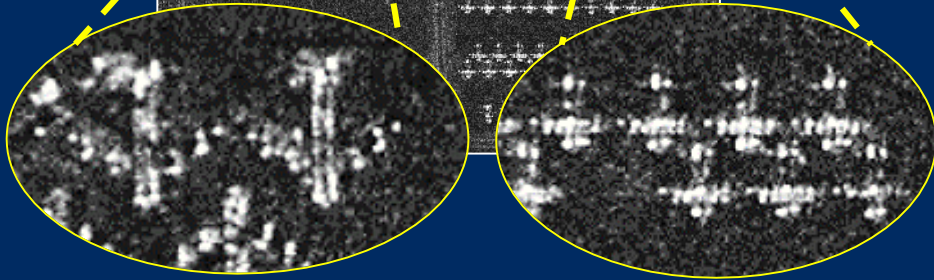
航空機や船舶のモニタリングに利用可能



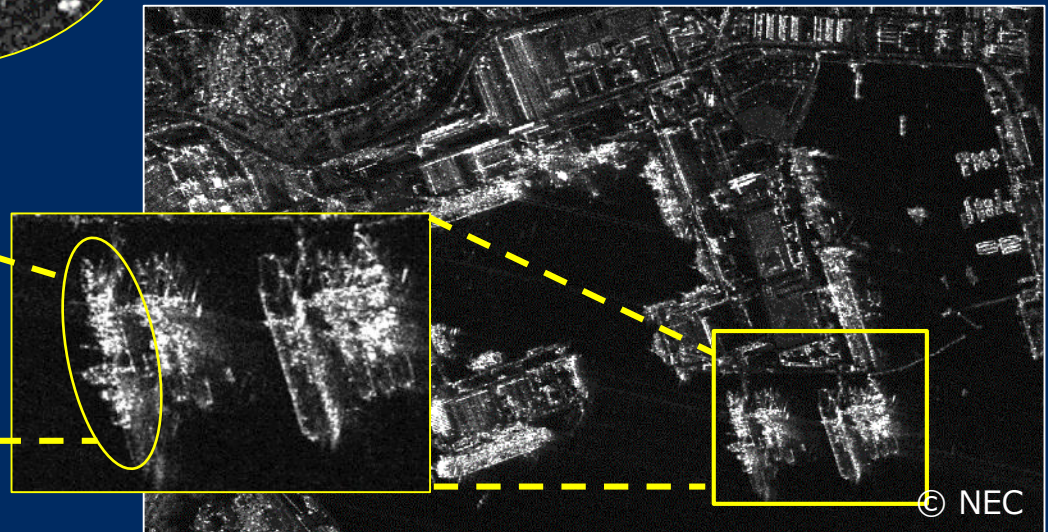
- ・ 大型航空機のサイズ、種類の識別
- ・ 小型航空機の基数



- ・ 航跡の識別 (進行方向推定)



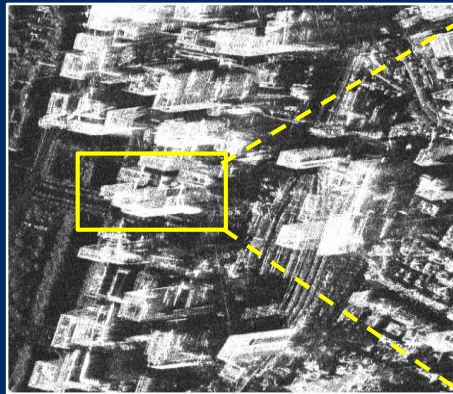
- ・ 船のサイズ、種類の特定、マストの高さ



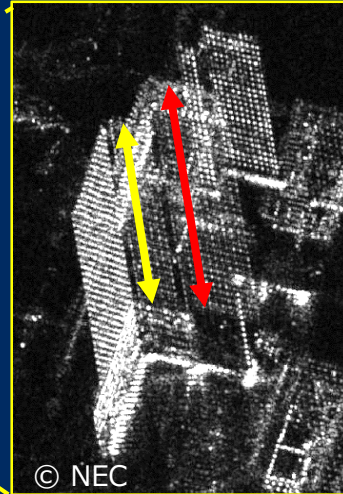
3-2.ASNARO-2画像のご紹介 (8/10)

建築物等の構造把握に利用可能

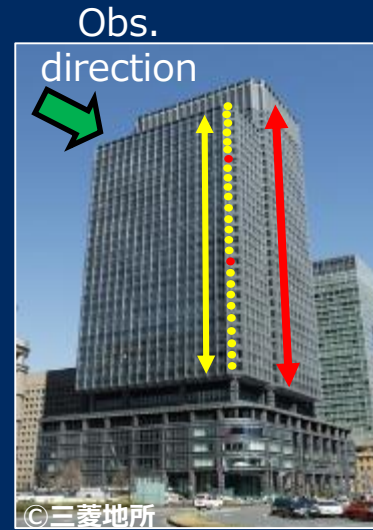
新丸の内ビルディング



© NEC



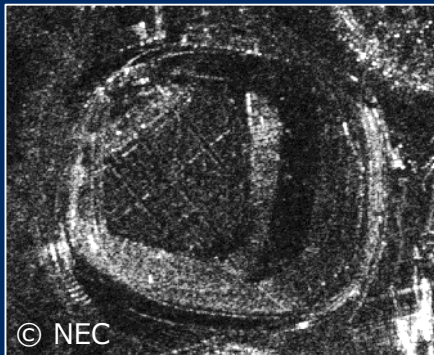
© NEC



©三菱地所

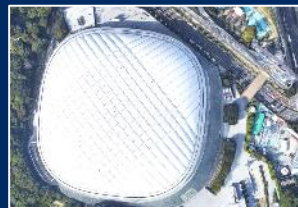
- ・ビルの高さ(階数)を把握

東京ドーム



© NEC

- ・ドームの屋根を透過して内側の様子を確認



©Google

新国立競技場



© NEC

- ・工事の進捗状況の監視

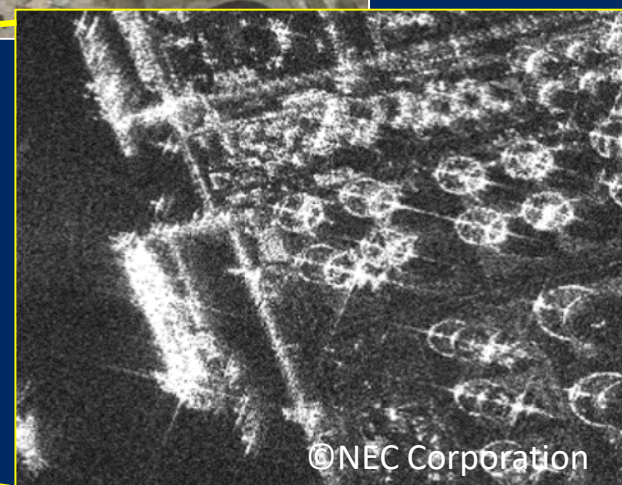
3-2.ASNARO-2画像のご紹介 (9/10)

オイルモニタリングから経済活動への応用の可能性

ロッテルダム港 (オランダ)



- ・浮き屋根の上下から石油貯蓄量を計算
- ・先物取引の予測に活用



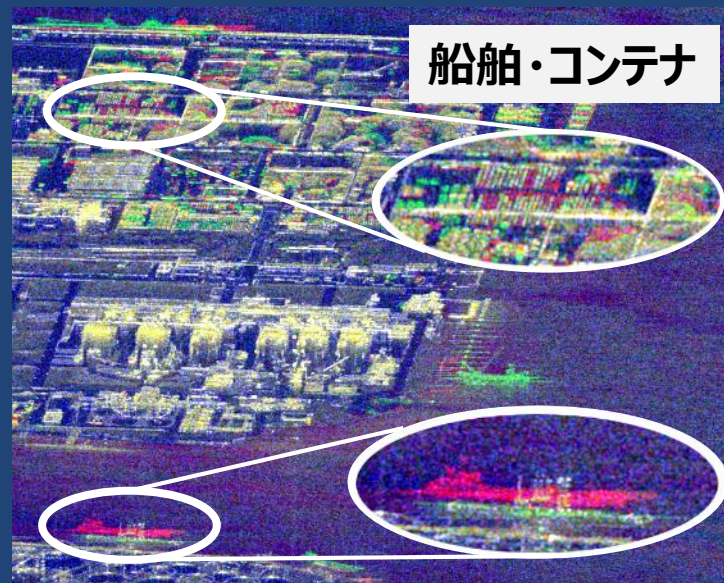
3-2.ASNARO-2画像のご紹介 (10/10)

二時期の詳細な変化抽出@東京湾

石油タンク



船舶・コンテナ



凡例



ASNARO-2 Imagery ©NEC, Multi Temporal Coherence mapping (MTC) processed by ©RESTEC

- 視覚的かつ簡単に二時期の画像の違いを抽出
- 石油タンク内の浮動屋根から石油の貯蓄量を計算
- 船やコンテナの状態変化から港での荷揚量を計算
- 違法船の検知・監視

 **Orchestrating** a brighter world

NEC