

# 小型SAR衛星コンステレーションの近年動向と 海岸線モニタリングへの活用の可能性について



内閣府事業「小型SAR衛星コンステレーションの利用拡大に向けた実証」にてUAVにより撮影した宮崎海岸

日本工営株式会社 衛星情報サービスセンター  
野間口 芳希

海岸保全施設を次世代へ

～新技術の活用による維持管理及び長寿命化手法～

第27回海岸シンポジウム 2023年11月30日

**NIPPON KOEI**



会社名：日本工営株式会社

設立：1946年6月7日

事業内容：開発および建設技術コンサルティング業務、技術評価業務、電力設備、各種工事の設計・施工、電力関連機器、電子機器、装置などの製作・販売



## ID&Eグループの3つの事業

### コンサルティング事業

インフラの整備・維持など、生活基盤を支えるプロジェクトを実施



### 都市空間事業

都市開発需要に対し、建築・土木の両分野で貢献



### エネルギー事業

国内外の電力需要を支える事業を推進



## 日本国内売上

国内建設  
コンサルタント業界

No.1

## 海外実績

160以上の国と地域

## グループ従業員数

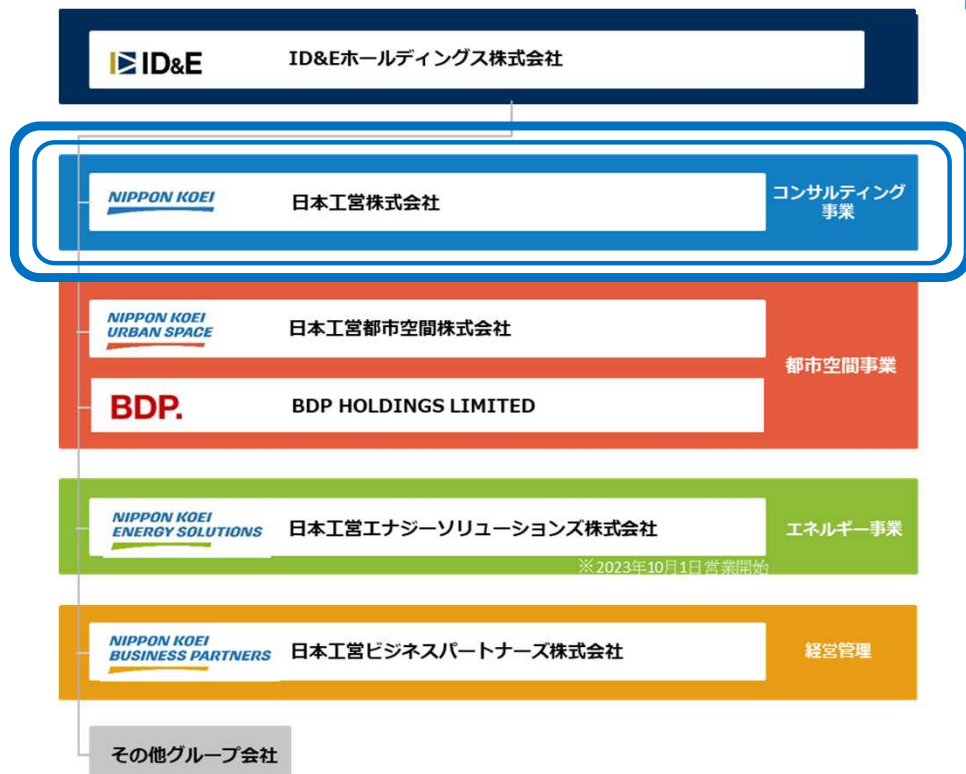


約6,500名

## 年間プロジェクト件数



約9,000件



社会インフラに関する事業(ダム事業、河川事業、道路事業など)における企画、計画、調査、設計、維持管理など一連の社会資本づくりに関わっている建設コンサルタント企業

# 説明内容

## 1 背景と現状課題 海岸線管理のニーズ

## 2 技術紹介 海岸線管理における衛星データの利活用

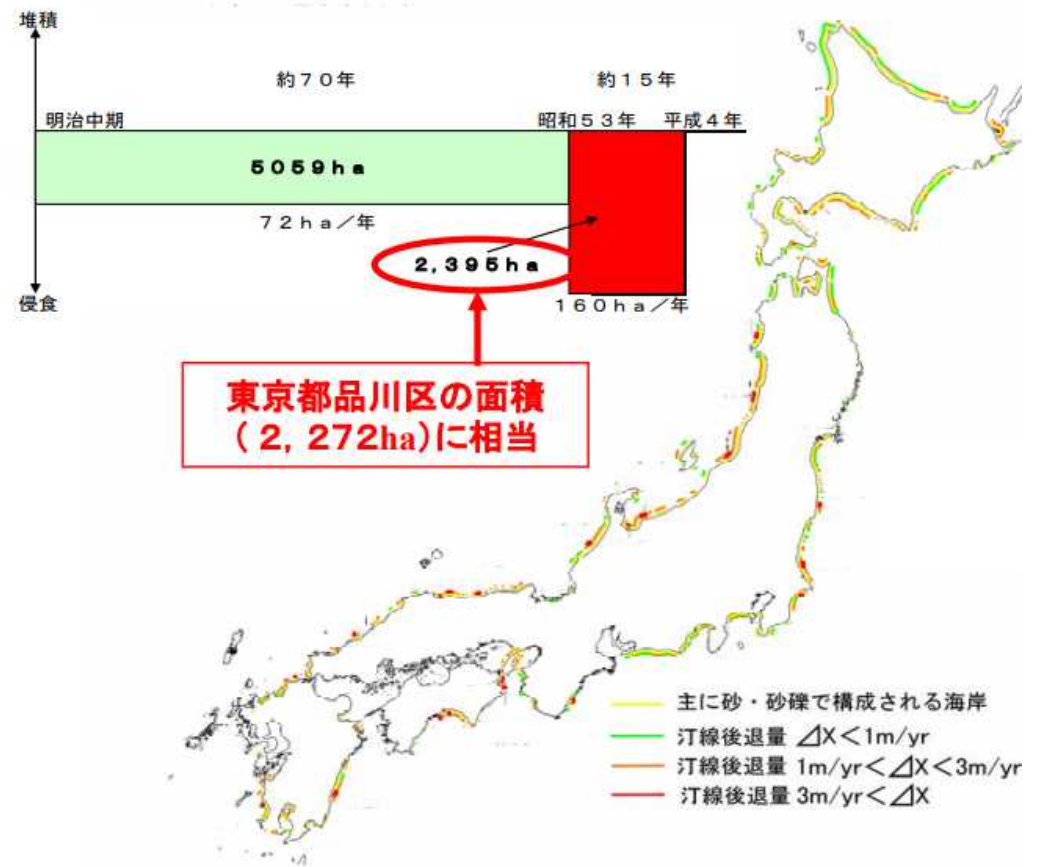
## 3 講演テーマ 小型SAR衛星の動向と実利用に向けた取り組み

## 4 まとめ 社会実装の課題と今後の展望

# 海岸線管理におけるニーズ

## ○海岸線管理の背景

- ✓ 砂浜の保全是波浪を減衰させる防災上の機能だけでなく、自然環境の保全や文化継承、レジャー施設としての観点においても重要な役割を担っている。
- ✓ 近年では地球温暖化による海面上昇や、河川からの供給土砂量の減少による海岸浸食が問題視されている。
- ✓ 消失した海岸の再生には大きなコストが必要となることから、予防的な砂浜管理を目的とした、広域かつ高頻度な海岸線モニタリング手法の構築が求められている。



※国土交通省河川局調査(1993年)による  
1978年の国土地理院発行の地形図と1991年の国土地理院整備の海岸情報数値データを比較し、年毎の侵食速度を算出

## 全国的な海岸浸食の進行



# 海岸線管理におけるニーズ

## ○海岸線管理の現状課題

- ✓ 現状の海岸線把握は、汀線測量やUAV、航空機での空撮等によって行われているが、全国の長大な海岸を広域的にモニタリングする上では、コストや手間の観点から十分な手法であるとは言えない。
- ✓ この課題に対する解決策として、広域を定期的に、かつ一括で観測することができる衛星リモートセンシング技術の活用が期待されている。



## 我が国の海岸線概要

島国で入り組んだ特徴を持つ日本の海岸線は、総延長約3万5000キロで、世界6位。

# 海岸線管理におけるニーズ

## ○政府動向

### ✓ 国土強靱化基本計画内にて、衛星画像等を活用した海岸線のモニタリングシステムを構築していくと明記

| 新たな国土強靱化基本計画 各分野の主な施策の推進方針  |   | 国土強靱化 |
|---|---|-------|
| <small>赤字：5か年加速化対策で実施中であり、新たな基本計画においても位置付けられるもの</small> <small>青字：新たな基本計画に追加して記載するもの</small> <small>下線(赤)：デジタル活用に関連するもの</small>     |   |       |
| 1) 行政機能／警察・消防等／防災教育等<br>自治体庁舎の非常用通信設備整備、警察施設・海上保安施設等の耐災害性強化、緊急消防援助隊・消防団の充実強化、自衛隊のインフラ基盤等の強化、避難所の収容力・プライバシーの確保、女性の視点を取り入れた防災・復興体制の確立 | 2) 住宅・都市<br>住宅・建築物耐震化、密集市街地解消、地下街防災対策、上水道管路・下水道施設の地震対策、学校施設・社会福祉施設の耐震化・防災機能強化、文化財の防災対策、大規模盛土造成地・盛土等の安全性把握                             |       |
| 3) 保健医療・福祉<br>医療施設の耐災害性強化(給水・自家発電)、医療機関の非常用通信手段の整備、新興感染症に対応可能な災害派遣医療チーム(DMAT)の養成・研修の実施、船舶を活用した医療提供体制の整備、医療コンテナの活用・普及促進              | 4) エネルギー<br>活用可能なエネルギーの多様化・供給源の分散化(再エネ、水素、燃料電池等)、地域間のエネルギー相互融通能力強化、燃料供給インフラ(備蓄)の災害対応力強化、局所的なブラックアウトの発生リスクの低減                          |       |
| 5) 金融<br>金融サービスの確実な提供(システムのバックアップ、情報通信機能・電源等の確保)、金融決済機能の継続性確保のための機関間訓練の定期実施、預貯金口座へのマイナンバー付番、災害保険や民間の防災・減災サービスの活用強化                  | 6) 情報通信<br>データセンター等の地方分散によるデジタルインフラの強靱化、緊急通報の事業者間ローミングの実現、多様な通信手段の確保(衛星通信等)、防災機関間の情報共有のための総合防災情報システムの強化                               |       |
| 7) 産業構造<br>サプライチェーン全体を強靱化(エネルギー供給・工業用水道・物流基盤等)、企業等における非常用電源設備の確保、継続的な教育・訓練の促進、業種間BCPの策定、企業の本社機能の移転・分散化の促進                           | 8) 交通・物流<br>道路・鉄道(リニア中央新幹線・整備新幹線含む)等幹線交通ネットワークの機能強化、緊急輸送道路の無電柱化、信号機電源付加装置の整備、鉄道施設・港湾施設・航路確保・空港施設の耐災害性強化、貨物鉄道等の円滑な物流の実現                |       |
| 9) 農林水産<br>流域治水対策(農業水利施設、田んぼダム)、ため池の防災・減災対策、治山対策、森林整備対策、漁港防災対策、園芸産地事業継続対策、農山漁村コミュニティの活性化による地域防災力の向上                                 | 10) 国土保全<br>流域治水対策(河川・砂浜・海岸)、サイバー空間上のオープンな実証実験基盤、水門・樋管・排水機場・ダム等の自動化・遠隔操作化、線状降水帯等の予測精度向上、ハイブリッドダムの推進、火山噴火リアルタイムハザードマップ                 |       |
| 11) 環境<br>自然公園の荒廃防止対策、休廃止鉱山の鉱害防止対策、グリーンインフラの推進、適正な鳥獣保護管理、Eco-DRR(自然生態系を活用した防災・減災)の現場実装、実効性ある災害廃棄物処理計画(仮置場のリストアップ・発災時の確実な運用)         | 12) 土地利用(国土利用)<br>土地境界等を明確にする地籍調査の推進、所有者不明土地法等に基づく対応、都市部の地図混雑地域の地図作成、事前復興まちづくり計画の策定推進、災害リスクの高いエリアからの移転促進                              |       |
| A) リスクコミュニケーション<br>防災教育・訓練・啓発等による双方コミュニケーションの推進、防災訓練における女性参加、地区防災計画の推進、気象防災アドバイザー・地域防災マネージャーの全国拡充                                   | B) 人材育成<br>建設・防災の担い手確保対策、センシング技術を活用したスマート保安の普及、都道府県等における復旧・復興に必要な中長期派遣技術職員の確保、防災経験が少ない地方公共団体職員の技術力向上(研修・マニュアル作成)                      |       |
| C) 官民連携<br>災害対応・地域経済社会再建に必要な情報・物資の確保、災害対応への民間企業の施設設備・組織体制の活用、関係者間で連携したBCP策定、広域的な訓練や業界横断的な訓練等の実施                                     | D) 老朽化対策<br>道路・鉄道・港湾・空港・工業用水道・下水道・公園・学校・農業水利施設・漁港・治山治水・林道・海岸保全施設等の広域的・戦略的インフラマネジメント、ドローン・AIを活用したリモートセンシング                             |       |
| E) 研究開発<br>先進的な情報科学を用いた地震研究、高精度な気候変動予測データ創出、高度な検査技術、強靱化に資する構造材料・工法、 <b>国土に関わる情報(海岸線、構造物の劣化)の常時モニタリング</b>                            | F) デジタル活用<br>防災DX(防災デジタルツイン・防災デジタルプラットフォームの構築、次期総合防災情報システムと各府省庁等の防災情報関係システムの自動連携等)、マイナンバーカードを活用した避難所運営、現場でのロボットドローン・AI等の活用、ICT施工、遠隔監視 | 3     |

## 総延長が世界6位の日本の海岸線、ドローンやAIで画像分析...防災利用へ自治体と連携

2023/11/06 15:00

この記事をスクラップする

政府は、日本各地で広がる海岸浸食を食い止めるため、2024年度から人工衛星やドローンが撮影した画像をAI(人工知能)で分析する観測システムの導入に乗り出す。砂浜の保全は水害などを防ぐ防災対策としても重要なことから、海岸を管理する都道府県と連携し、海岸線の監視強化につなげたい考えだ。

### 政府が導入を目指す 海岸線の観測システムのイメージ



観測システム開発は、政府が7月に閣議決定した防災・減災対策の指針「国土強靱化基本計画」に明記されており、24年度中に一部地域で先行的に運用し、26年度中をメドに全国での実用化を目指す。国土交通省が24年度の概算要求に関連経費を盛り込んだ。

国の「海岸統計」によると、日本の海岸線の総延長は約3万5000キロ。島国で入り組んだ特徴を持つことから世界6位となっている。温暖化による海面上昇の影響などで全国的に海岸浸食が進行しており、定期的な観測・管理の必要性が高まる一方、海岸線が長いことで人手や費用の面で限界があるのが現状だ。

新たな観測システムは国が構築し、民間企業が所有する衛星画像や、ドローンが撮影した上空写真など複数の写真を取り込み、AIが自動的に海岸線を抽出する仕組みだ。モニター上に海岸線を示す線が引かれ、可視化される。撮影日に従って写真を並べ替えられるため、時系列で海岸線の変化を把握できる。

出典: 読売新聞 2023.11.6記事 抜粋(総延長が世界6位の日本の海岸線、ドローンやAIで画像分析...防災利用へ自治体と連携: 読売新聞(yomiuri.co.jp))

# 説明内容

1 背景と現状課題  
海岸線管理のニーズ

2 技術紹介  
海岸線管理における衛星データの利活用

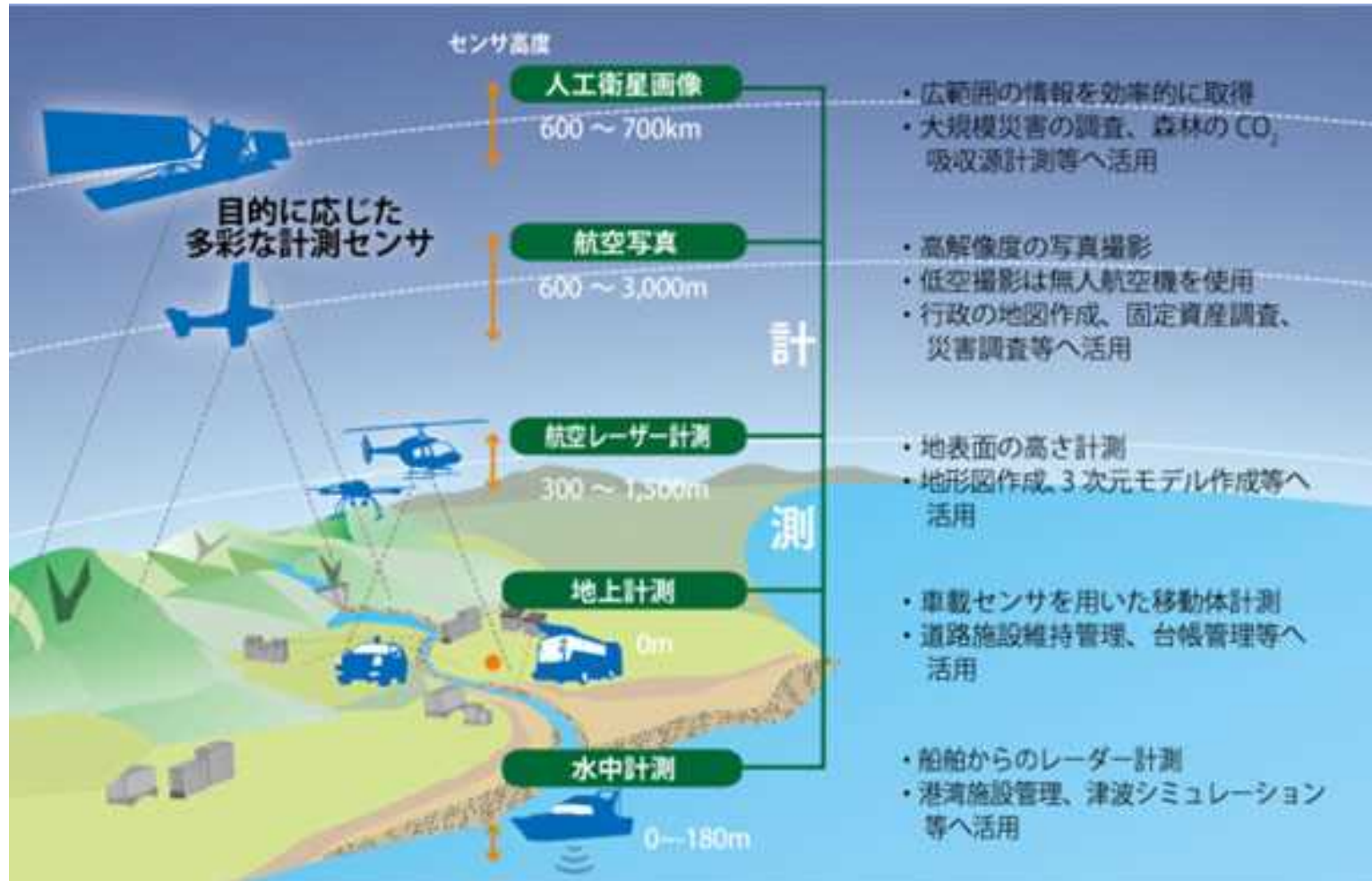
3 講演テーマ  
小型SAR衛星の動向と実利用に向けた取り組み

4 まとめ  
社会実装の課題と今後の展望



# リモートセンシング概要

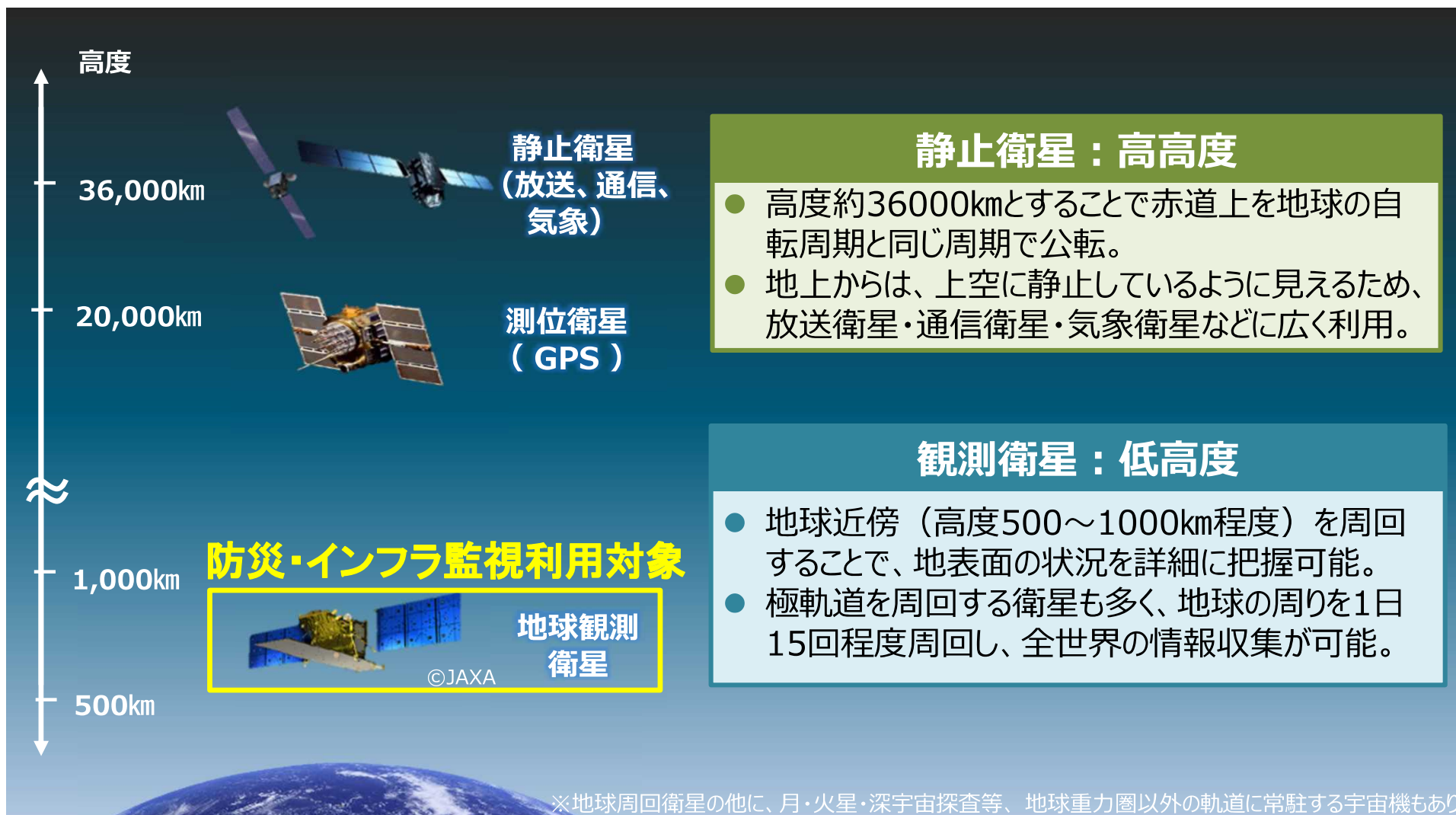
- ✓ リモートセンシングとは、対象物に直接触れることなく観測する技術
- ✓ 目的に応じた多様なプラットフォーム(船舶、車両、UAV、航空機、衛星)がある
- ✓ 人工衛星を介して行うものを「衛星リモートセンシング」という



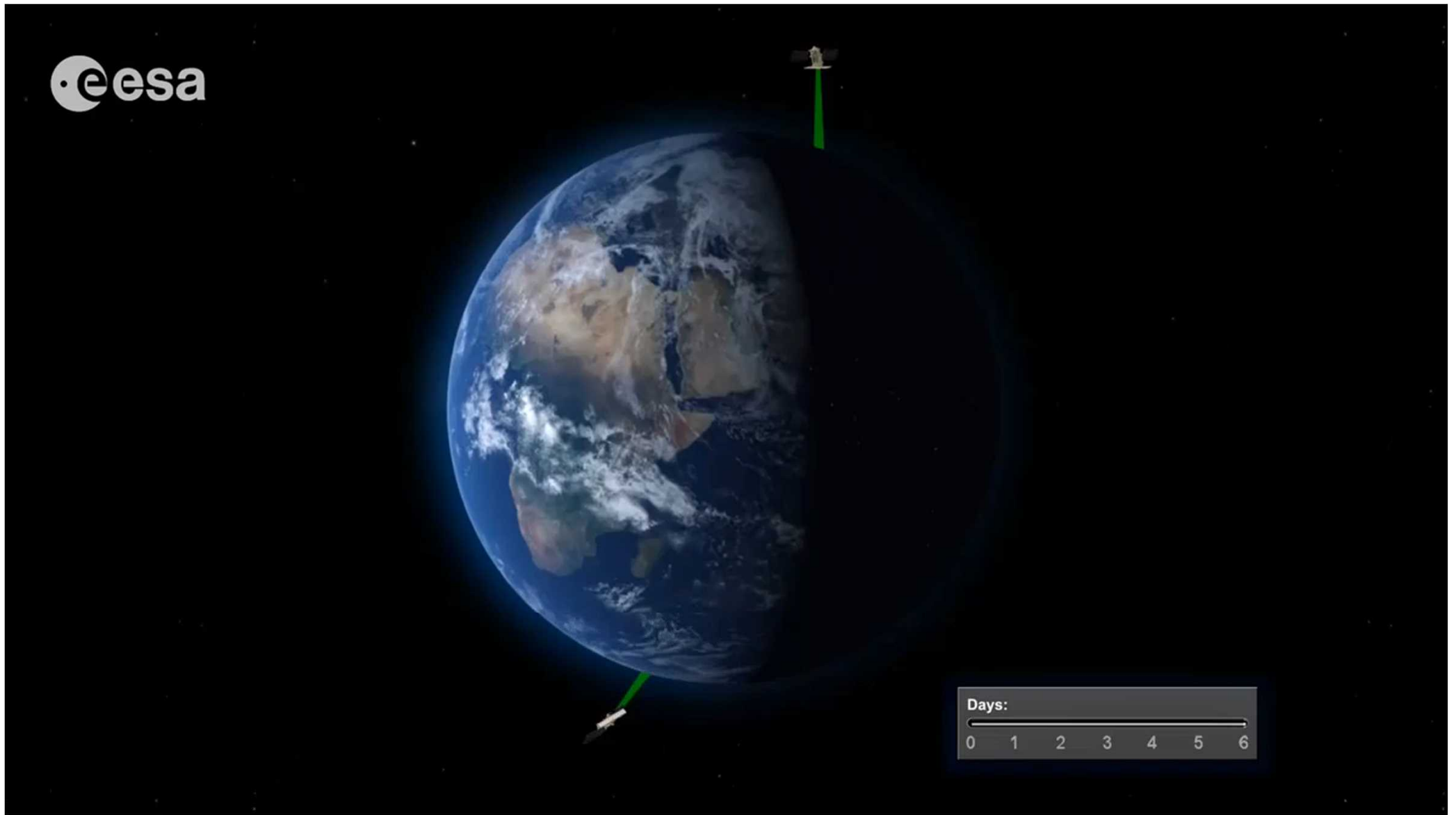
出典：<http://mogist.kkc.co.jp/history/development/04/index.html>

# 衛星の種類

- ✓ 衛星の種類は高度により「**静止衛星**」、「**測位衛星**」、「**地球観測衛星**」に大別される
- ✓ **防災・インフラ監視**に利用可能な衛星として「**地球観測衛星**」が着目されている
- ✓ 地球近傍(低高度～1,000km)を周回することで、**地表面の状況を詳細に把握可能**



# 地球観測衛星の観測イメージ





# 衛星リモートセンシングのメリット・デメリット

## メリット

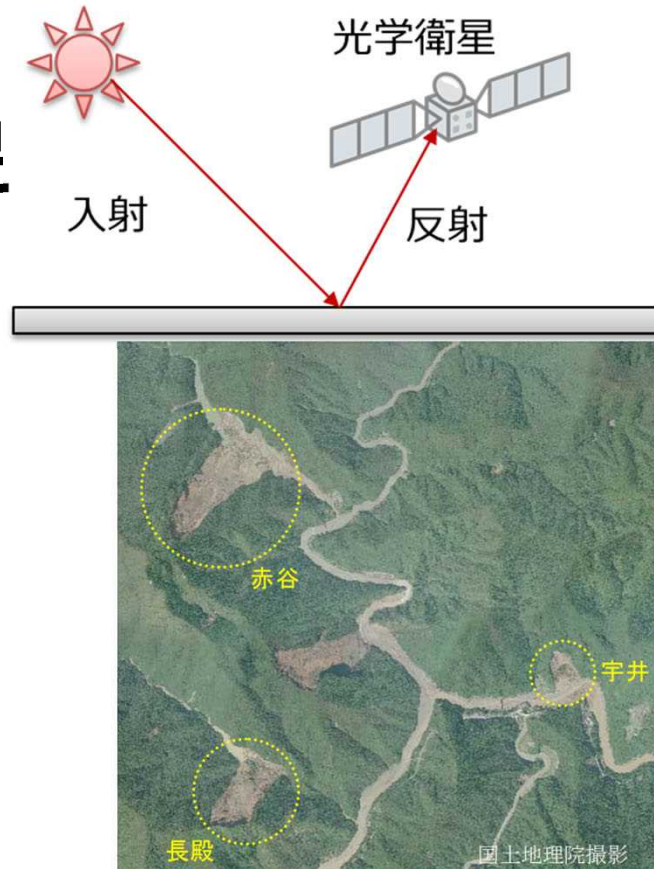
- ✓ UAVや航空機等の観測に比べてはるかに**広域**を観測できる
- ✓ **地上制約を受けにくい**ため、人が観測するのが困難な箇所や海外なども対象にしやすい
- ✓ 地球全体を**定間隔、同精度**で、**繰り返し把握**することが可能
- ✓ 過去の**観測データ(アーカイブ)**は蓄積されているため、事象が生じてから、過去のデータを用いて検証することが可能

## デメリット

- ✓ **精度面**ではUAVや航空機等の観測に比べて劣る
- ✓ 近年頻度は高まっているものの、**観測頻度が低い**
- ✓ **地表面観測**となるため、**地中、水中の観測は困難**

# 主要な地球観測衛星の特徴

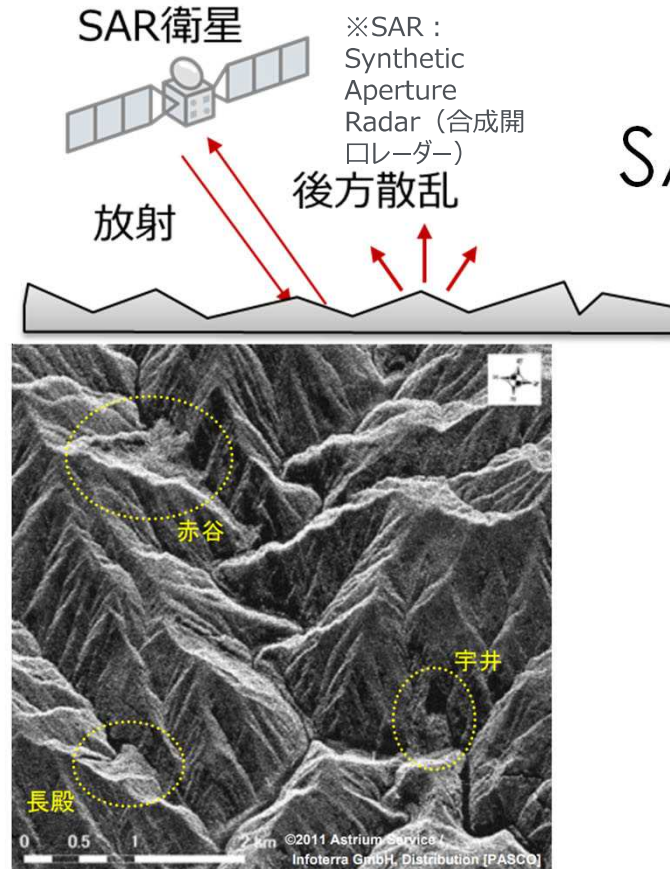
## 光学衛星



出典:<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0760pdf/ks076005.pdf>

- :直感的に分かりやすい  
(一般の写真と同様な解釈可)
- ×:日中しか観測できない(夜間観測不可)
- ×:雲に遮られる  
(悪天候時観測不可)

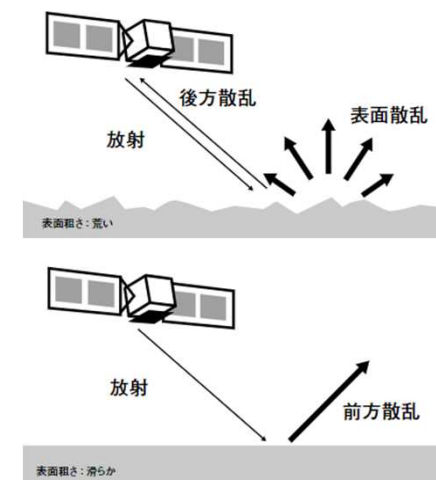
## SAR衛星



- :昼夜関係なく観測可能(太陽光不要)
- :天候に関わらず観測可能  
(マイクロ波が雲を透過)
- ×:直感的に理解しにくい  
(専門知識、処理が必要)

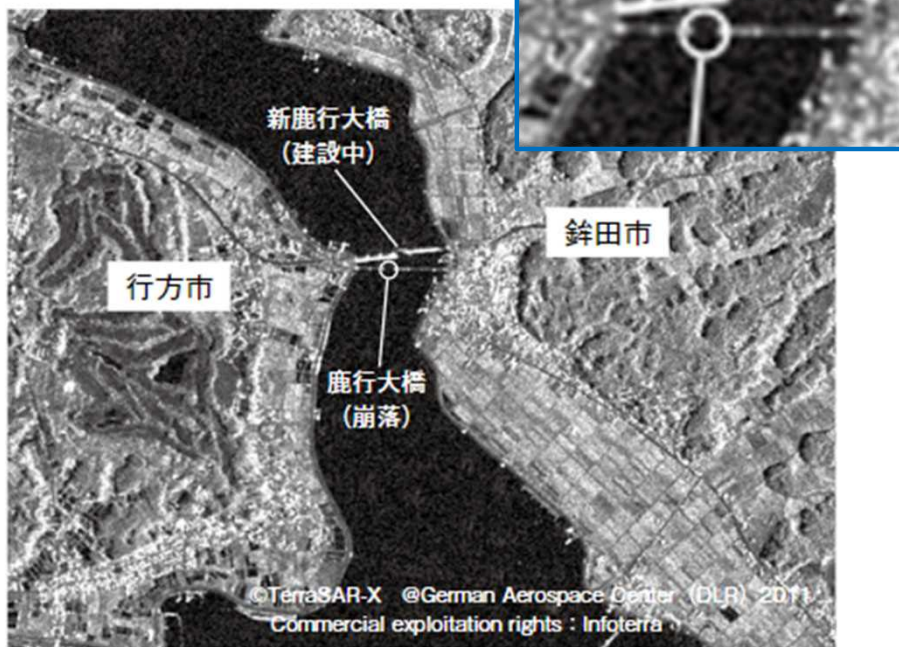
# SAR衛星とは(特徴と活用事例)

- ✓ SAR衛星は反射の強さを観測し、凹凸のある粗い表面では**強い反射**が得られ、**水面**などの滑らかな表面では衛星に返ってこない(弱い反射)。
- ✓ 衛星の周回性を利用し、2回の**観測の差**を取り、**反射強度の違い**により、**地表面の変化**を抽出することが得意。



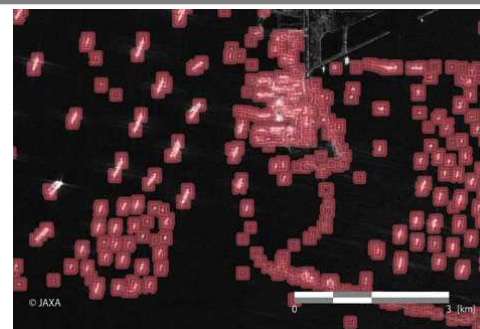
出典: [https://earth.jaxa.jp/files/application/disaster/space\\_application\\_for\\_disaster\\_monitoring.pdf](https://earth.jaxa.jp/files/application/disaster/space_application_for_disaster_monitoring.pdf)

## 橋の被害状況把握



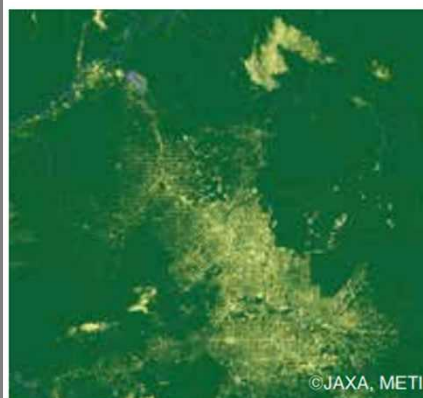
出典: [https://fanfun.jaxa.jp/countdown/daichi2/files/daichi2\\_solutionbook3.pdf](https://fanfun.jaxa.jp/countdown/daichi2/files/daichi2_solutionbook3.pdf)

## 船舶検知監視



出典: [https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/img\\_up/jpal2\\_check005\\_20141107.html](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/img_up/jpal2_check005_20141107.html)

## 森林伐採把握



出典: [https://fanfun.jaxa.io/countdown/daichi2/files/daichi2\\_solutionbook3.pdf](https://fanfun.jaxa.io/countdown/daichi2/files/daichi2_solutionbook3.pdf)



# 衛星を活用した海岸線把握に関する既往研究

## 光学衛星画像からの汀線抽出における画像処理方法の適用性評価(2021)

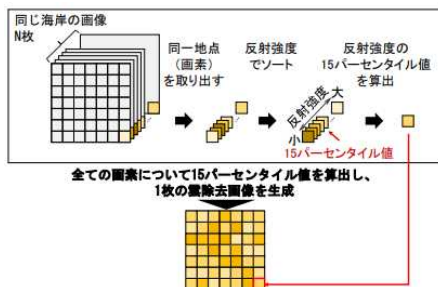


図-1 画像合成による雲の除去方法

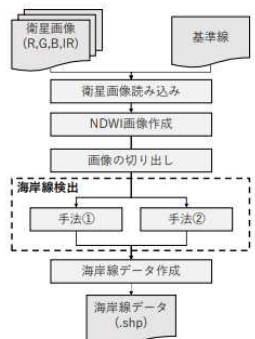


図-2 光学衛星画像からの汀線抽出の手順

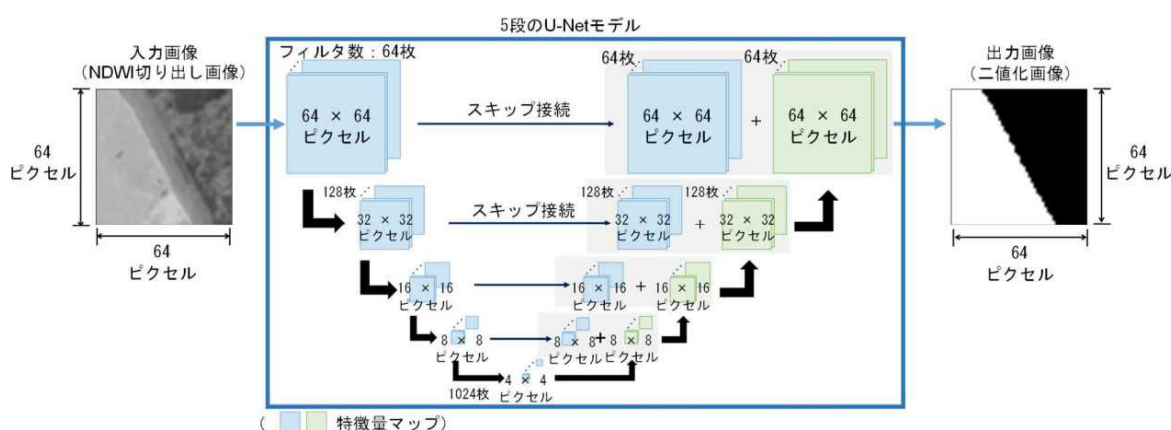


図-3 ネットワーク構成のモデル簡易図

出典:渡邊ら,土木学会論文集B2(海岸工学),2021  
 ([https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/77/2/77\\_I\\_1111/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/77/2/77_I_1111/_pdf/-char/ja))

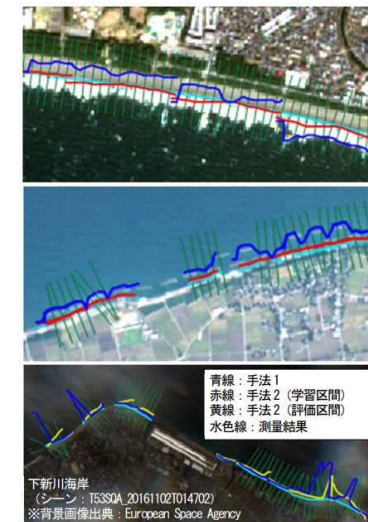


図-4 手法による汀線抽出結果の違い

## 海岸線モニタリングにおける合成開口レーダの適用性の分析(2017)

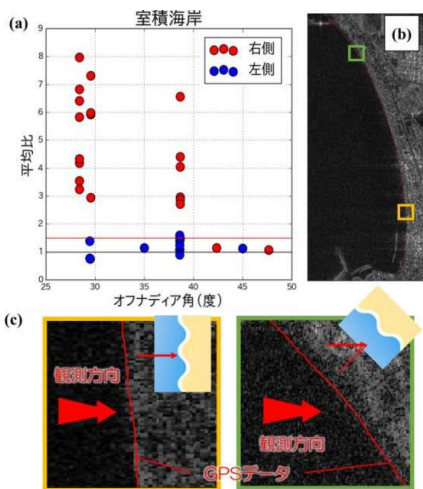


図-5 (a)室積海岸の前浜・海面の平均比 (b)室積海岸全域のSAR画像 (c)一部の拡大画像

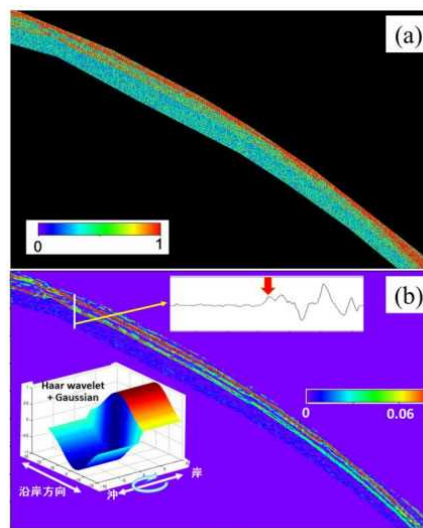


図-8 汀線抽出の自動化の概要

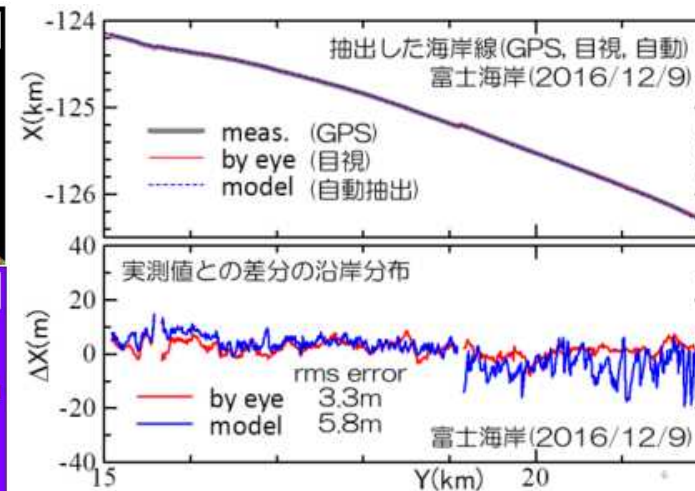


図-9 SAR画像による汀線抽出の精度検証

出典:赤松ら,土木学会論文集B2(海岸工学),2021  
 ([https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/73/2/73\\_I\\_1621/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/73/2/73_I_1621/_pdf/-char/ja))

# 衛星を活用した海岸線把握に関する既往研究

## Tellus Satellite Challenge: 海岸線の抽出

Competitions Rankings About FAQ お問い合わせ 企業の方はこちら

The 4th Tellus Satellite Challenge: 海岸線の抽出  
Tellusの利活用の促進を目的としたデータ分析コンテスト第4弾! 海岸線を抽出しよう!

**Tellus Open&Free Platform / 経済産業省**

🕒 締切: 2020年11月6日 23時59分59秒 📄 投稿: 2833件 👤 参加: 802人  
🏆 1位: ¥1,000,000 2位: ¥600,000 3位: ¥400,000  
📄 画像 🏆 ポイント・メダル: 対象

説明 リーダーボード フォーラム

概要  
評価方法  
ルール  
スケジュール  
企業情報  
情報公開ポリシー  
FAQ  
参加規約  
SIGNATE Team

**背景**

日本政府は「宇宙産業ビジョン2030」を掲げており、宇宙機器産業だけにとどまらない利用産業の拡大施策を強化し、2030年代早期に宇宙産業全体の市場規模の倍増を目指しています。こうした中、経済産業省は、2019年2月21日に産業利用を目的とした日本初の衛星データプラットフォーム「Tellus（テルース）」の運用を開始しました。Tellusは、今まで扱いの難しかった衛星データを、民間企業・大学・研究機関から個人まで、誰もが手軽に活用することを可能にするとともに、オープン化された宇宙データを活用した様々な業種業態ビジネスの創出を支援しています。

Tellus Satellite Challengeは、衛星データの利活用事例の可視化、優秀な分析人材の発掘、衛星データの種類やフォーマットの周知・啓蒙等、Tellusの利用促進を目的としたデータ分析コンテストであり、今回で4回目の開催となります。

第4回目のテーマは「SARデータを用いた海岸線の抽出」です。

出典: [The 4th Tellus Satellite Challenge: 海岸線の抽出 | SIGNATE - Data Science Competition](https://sorabatake.jp/14130/)

### 1. コンテスト概要

まずは、コンテストの概要を紹介します。

- ・タスク: 衛星画像からの海岸線抽出
- ・データ:
  - LバンドSAR画像
  - 衛星: ALOS2 (JAXA)
  - 大きさ (縦×横): 600×600~10000×10000
  - 画像数: (学習用) 25枚、(評価用) 30枚
  - 偏波: HH

※偏波とは電波の性質を表す一つの指標で、電界の振動方向の向きを表します。HHは水平偏波を送信し水平偏波で受信します。

- 観測波長: 約24cm
- 解像度: 3m × 3m
- エリア: 17海岸 (55シーン)
- アノテーション
- 形式: JSON
- 海岸線が存在するピクセル座標の集合
- ・賞金:
  - 1位: 100万円
  - 2位: 60万円
  - 3位: 40万円
- ・開催期間: 8月6日 (木) ~11月6日 (金)

出典: 宙畑記事 (<https://sorabatake.jp/14130/>)

# 衛星を活用した海岸線把握の課題

## 衛星全般

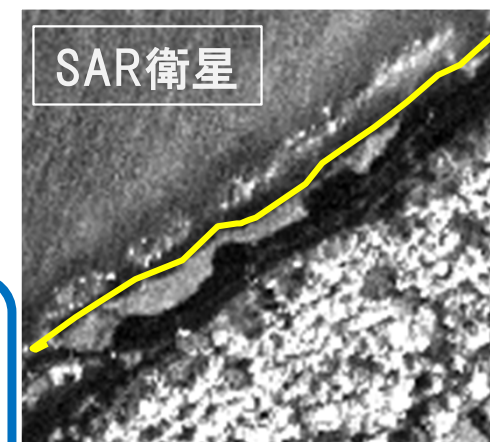
- ✓ 精度面ではUAVや航空機等の観測に比べて劣る
- ✓ 撮影は軌道に依存するため、観測頻度が低く、概ね決まった時間に撮影されるため潮位に合わせての観測が難しい

## 光学衛星

- ✓ 海岸線の抽出は比較的容易であるが、雲の下を観測することができないため、曇りや雨の天気が多い地域では観測機会がさらに減少する

## SAR衛星

- ✓ 被雲率・日照条件の影響は受けない一方、海岸線抽出手法が確立されていない(複雑な条件により水域と陸域を区分する精度にばらつきが生じる)



海岸線抽出イメージ



物理的制約上、根本的な課題解決が困難な光学衛星に比べてSAR衛星については今後の発展(観測頻度・観測精度・手法開発)が期待される



# 説明内容

1 背景と現状課題  
海岸線管理のニーズ

2 技術紹介  
海岸線管理における衛星データの利活用

3 講演テーマ  
小型SAR衛星の動向と実利用に向けた取組み

4 まとめ  
社会実装の課題と今後の展望

# 小型衛星コンステレーションとは

- ✓ 小型衛星コンステレーションとは、小型衛星を複数打ち上げ**同時に運用**すること。
- ✓ 小型衛星は従来の大型衛星の1/50程度のコストで配備ができ、**民間事業者の参入**も活発化している。
- ✓ 将来的な衛星観測は**時間と空間の観測密度を上げられる**と期待されている。

従来の大型衛星



衛星コンステレーション



出典：<https://www.skyperfectjsat.space/jsat/service/planet/#2>

# 小型衛星コンステレーションの動向

- ✓ 光学衛星は米国のPlanet社をはじめ、多数の衛星打上が進んでおり、世界中どこでも1日1回は撮影可能になるほど活用の幅は広がっている
- ✓ SARはIceye社が一步前にでていますが、これからの打ち上げに期待。国内勢(QPS研究所・Synspective)の成長が期待される

|        | 光学  | SAR   |
|--------|---|---|
| 運用フェーズ | <p>中分解能</p> <p>Planet Dove(180以上) <span style="float: right;">国産事業者</span></p> <p>AxelSpace(5/?)</p> <p>高分解能</p> <p>Planet Skysat(21/21)</p> <p>Satellogic(26/60+)</p> <p>BlackSky(14/60)</p> | <p>国産事業者</p> <p>iQPS (2/36)</p> <p>国産事業者</p> <p>Synspective (2/30)</p> <p>ICEYE (21/40)</p> <p>Capella (2/36)</p> |
| 実証フェーズ |   | <p>Umbralab (3/24)</p>  |
| 計画フェーズ | <p>Planet Pelican (0/32)</p>  | <p>PredaSAR (0/48)</p>  |

\*1 ( )書きは、「現行衛星数／将来計画機数」を示す。

\*2 2022年8月時点の独自リサーチにより公開している情報(HP、論文、記事等)をもとに作成したものであり、正確性を保証するものではない。



# 小型SAR衛星コンステレーションへの期待

- 2025年までに民間事業者による小型 SAR衛星コンステレーションを構築すべく、政府が早期にアンカーテナントとなり得るテーマを優先して実証事業を推進し、商業化を加速していく。

出典: [https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei\\_fy05/honbun\\_fy05.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy05/honbun_fy05.pdf)より抜粋

✓ 特に天候、昼夜問わず、観測可能な小型SAR衛星のコンステレーション構築に着目されている。

✓ 宇宙基本計画(令和5年6月13日、閣議決定)においても、我が国独自の小型衛星コンステレーションの構築に向けて戦略的に取り組むこととされている。

令和5年6月13日  
閣議決定

## 宇宙基本計画の概要

人類の活動領域が本格的に宇宙空間に拡大するとともに、宇宙システムが地上システムと一体となって、地球上の様々な課題の解決に貢献し、より豊かな経済・社会活動を実現。また、安全保障環境が複雑で厳しいものになる中、宇宙空間の利用が加速。こうした宇宙空間というフロンティアにおける活動を通してもたらされる経済・社会の変革(スペース・トランスフォーメーション)が世界的なうねりとなっている中、我が国の宇宙活動の自立性を維持・強化し、世界をリードしていくことが必要。この実現のため、宇宙基本計画を改定。関係省庁間・官民の連携を図りつつ、予算を含む資源を十分に確保し、これを効果的かつ効率的に活用して、政府を挙げて宇宙政策を強化。

### 目標と将来像

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <b>(1) 宇宙安全保障の確保</b><br>・ 宇宙からの安全保障: 情報収集衛星や衛星コンステレーションによる情報収集等<br>・ 宇宙における安全保障: 宇宙領域把握(SDA)体制の構築等<br>・ 宇宙安全保障と宇宙産業の発展の好循環 | <b>(2) 国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現</b><br>・ 通信: 陸海空と宇宙がシームレスに繋がるリモートセンシング: 防災後、早期の被災状況確認による迅速な災害対応等を実現等<br>・ 衛星測位: 準天頂衛星のcm級測位による自動化・無人化で労働力不足解決に貢献 | <b>(3) 宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造</b><br>・ 生命の可能性等の人類共通の知を創出し、月以遠の深宇宙に人類の活動領域を拡大<br>・ 月面探査・地球低軌道活動における産業振興を通じて、段階的に民間商業活動を発展<br>・ 次世代人材育成と国際プレゼンス向上 | <b>(4) 宇宙活動を支える総合的基盤の強化</b><br>・ 他国に依存することなく宇宙へのアクセスを確保し、自立的な宇宙活動を実現<br>・ 衛星運用状況等の情報共有が進展し、スペースデブリの数が一定程度まで管理される<br>・ 技術・産業・人材基盤の確立 |
|--|---|--|---|

宇宙産業を日本経済における成長産業とするため、その市場規模を、2020年に4.0兆円から2030年代早期に2倍の8.0兆円に。

### 基本的なスタンス

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>(1) 安全保障や宇宙科学・探査等のミッションへの実装や商業化を見据えた政策</b><br>・ 安保・民生分野横断的に検討、サプライチェーンも強化 | <b>(3) 同盟国・同志国との国際連携の強化</b><br>・ 国際的規範・ルール作り、我が国強みを活かした協力等<br>・ 国際市場で勝ち残る意志と技術を有する企業を重点支援 | <b>(5) 宇宙開発の中核機関たるJAXAの役割・機能の強化</b><br>・ JAXAの戦略的かつ弾力的な資金供給機能を強化。産学官の結節点に | <b>(6) 人材・資金等の資源の効果的・効率的な活用</b><br>・ 工程表・宇宙技術戦略で資源を効果的・効率的に活用 |
|--|---|---|---|

### 具体的なアプローチ

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>(1) 宇宙安全保障の確保</b><br>(a) 宇宙安全保障のための宇宙システム利用の抜本的拡大<br>・ 衛星コンステレーションの構築や情報収集衛星の機能強化、民間衛星、同盟国・同志国との連携強化等で隙のない情報収集体制を構築<br>・ 情報収集衛星の機能強化(10機体制が目指す能力早期達成)<br>・ 安全保障用通信衛星の多層化(耐傍受性・耐妨害性のある防衛用通信衛星の確保等)<br>・ 衛星コンステに必要共通技術の確立・衛星測位機能の強化<br>・ ミサイル防衛用宇宙システムに必要な技術の確立(HGVの対応能力の向上のための技術実証等)<br>・ 海洋状況把握等<br>(b) 宇宙空間の安全かつ安定的な利用の確保<br>・ 宇宙システム全体の機能保証強化<br>・ 宇宙領域把握(SDA)体制の構築<br>・ 軌道上サービスを活用した衛星のライフサイクル管理<br>(c) 安全保障と宇宙産業の発展の好循環の実現<br>・ 政府の研究開発・実装能力の向上 | <b>(2) 国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現</b><br>(a) 次世代通信サービス<br>・ Beyond5G等次世代通信技術開発・実証<br>・ フルデジタル化通信衛星実装開発・実証(2025年度ETS-9打上げ)<br>・ 衛星量子暗号通信の早期実現開発・実証<br>(b) リモートセンシング<br>・ 防災・減災、国土強靱化・地球規模課題への衛星開発・運用とデータ活用促進(2029年度ひまわり10号運用開始、2024年度GOSAT-GW打上げ、ALOS-3喪失に対して再開発の緊急企画を推進、ALOS-4(予定)の開発等)<br>・ 衛星関連先端技術の開発・実証支援(2025年SAR衛星コンステ構築へ実証等)<br>(c) 準天頂衛星システム<br>・ 7機体制の着実な構築と11機体制に向けた検討・開発着手(準天頂衛星システムの開発・整備・運用、利活用推進)<br>(d) 衛星開発・利用基盤の拡充<br>・ 衛星データ利用拡大とサービス調達推進<br>・ 衛星開発・実証プラットフォームにおけるプロジェクトの戦略的推進<br>・ 宇宙機器・ソリューション海外展開強化<br>・ 異業種や中小・スタートアップ企業の参入促進<br>・ 衛星データ及び地理空間データプラットフォームの充実・強化<br>・ 宇宙天気予報の高度化・利用拡大(ひまわり10号への宇宙環境計測センサ搭載)<br>・ 宇宙太陽光発電の研究開発 | <b>(3) 宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造</b><br>(a) 宇宙科学・探査<br>・ 大型の海外計画参画と独創的・先鋭的技術によるユニークなミッションの創出(2024年度MMX打上げ)<br>・ 火星本星・小天体探査計画の検討と「月面における科学」の具体化<br>・ 獲得すべき重要技術の特定と強みである技術の高度化、強みとなる最先端技術の開発・蓄積、フロントローディングの推進<br>(b) 月面における持続的な有人活動<br>・ アルテミス計画の下、2020年代後半の日本人の月面降臨、持続的な月面活動の推進(環境制御、生命維持技術、補給機、有人と庄ローバ、測位通信技術、月輸送技術等)<br>・ 月面開発工程の具体化に向けた構想策定と官民プラットフォームの構築<br>・ 将来市場形成に向けた規範・ルールの形成<br>(c) 地球低軌道活動<br>・ ISS延長期間<br>・ ISSの利用促進、ニーズ拡大策の推進<br>・ アルテミス計画等に必要な技術の実証<br>【ポストISSを見据えた取組】<br>・ ポストISSの在り方の検討と、その在り方に応じた必要な技術の研究開発<br>・ 国際的・国内的な法的枠組みの検討 | <b>(4) 宇宙活動を支える総合的基盤の強化</b><br>(a) 宇宙輸送<br>・ 基幹ロケットの継続的な運用と打上げの高度化などによる強化<br>・ 民間ロケットの開発・事業支援<br>・ 新たな宇宙輸送システムの構築<br>・ 宇宙輸送に関わる制度環境の整備<br>(b) 宇宙交通管理及びスペースデブリ対策<br>・ 商業デブリ除去技術の実証<br>・ 軌道上サービス技術の開発・支援<br>・ 国際的な規範・ルール形成への参画<br>(c) 技術・産業・人材基盤の強化<br>・ 宇宙技術戦略の策定・ローリング<br>・ 先端・基盤技術開発の強化(JAXA能力強化、資金供給機能強化)<br>・ 商業化に向けた支援の強化(定期的宇宙実証、放射線試験機会提供、開発プロセスのDX支援等)<br>・ 異業種や中小・スタートアップ企業の宇宙産業への参入促進及び事業化支援(JAXA出資・資金供給機能、SBIR制度等)<br>・ 契約制度の見直し(官民の開発リスク分担の必要な見直し、進捗に応じた支払手法の検討、物価・為替変動対応、長期的適正利益確保の施策等)<br>・ JAXAの人的資源の拡充・強化<br>・ 人材基盤の強化<br>・ 国際宇宙協力の強化<br>・ 国際的な規範・ルール作りの推進<br>・ 国民理解の増進 |
|--|---|--|--|

出典: 宇宙基本計画の概要(令和5年6月13日、閣議決定)

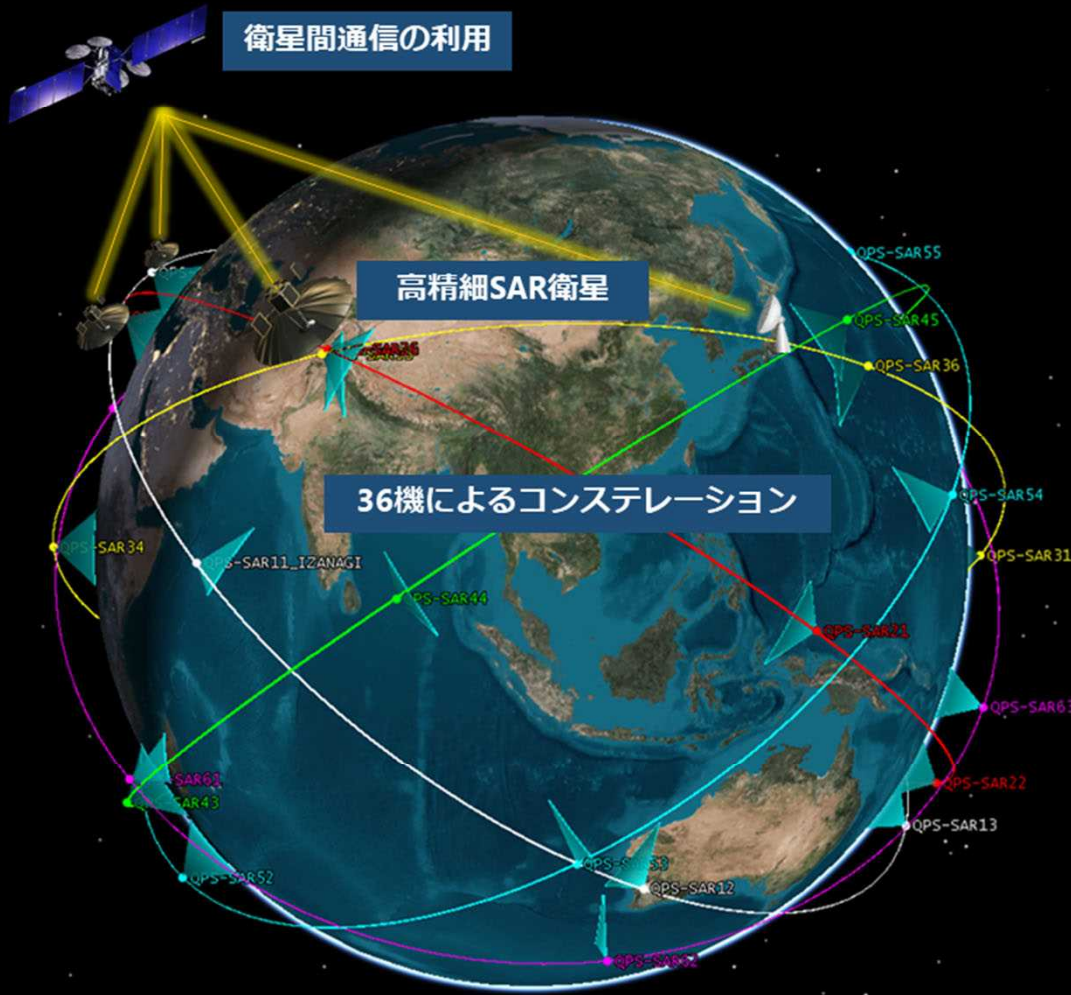
# 小型SAR衛星コンステレーションへの期待

| 衛星     |  |  |  |  |
|--------|---|--|---|---|
| 国      | 日本  | フィンランド   | 米国  | 日本  |
| イメージ   |  |  |  |  |
| 仕様     | 搭載センサ: X band   | 搭載センサ: X band  | 搭載センサ: X band   | 搭載センサ: X band   |
| 分解能    | StripMap: 1.8m × 0.46m  | StripMap: 1.6m × 2.5m  | StripMap: 1.7m × 0.7m   | StripMap: 2.5m × 3m   |
| 撮影幅    | StripMap: 7km   | StripMap: 30km   | StripMap: 5km   | StripMap: 30km  |
| 衛星配備計画 | 36機(現時点2機)  | 40機(現時点21機)  | 36機(現時点2機)  | 30機(現時点2機)  |
| 観測頻度   | 極域を除く世界のほぼどこでも平均10分間隔で観測  | 世界のどこでも約1時間で観測   | 世界のどこでも約1時間で観測  | 世界のどこでも約2時間以内で観測  |
| 軌道     | 傾斜軌道<br>(一部太陽同期軌道)  | 太陽同期軌道   | 太陽同期軌道  | 太陽同期軌道  |



# 小型SAR衛星コンステレーションへの期待

## 高画質画像による「リアルタイム地球観測」の実現



### QPS-SAR コンステレーションにより

観測頻度：10分間隔

配信：10分以内

分解能：0.5m以下

を実現

©iQPS, Inc.

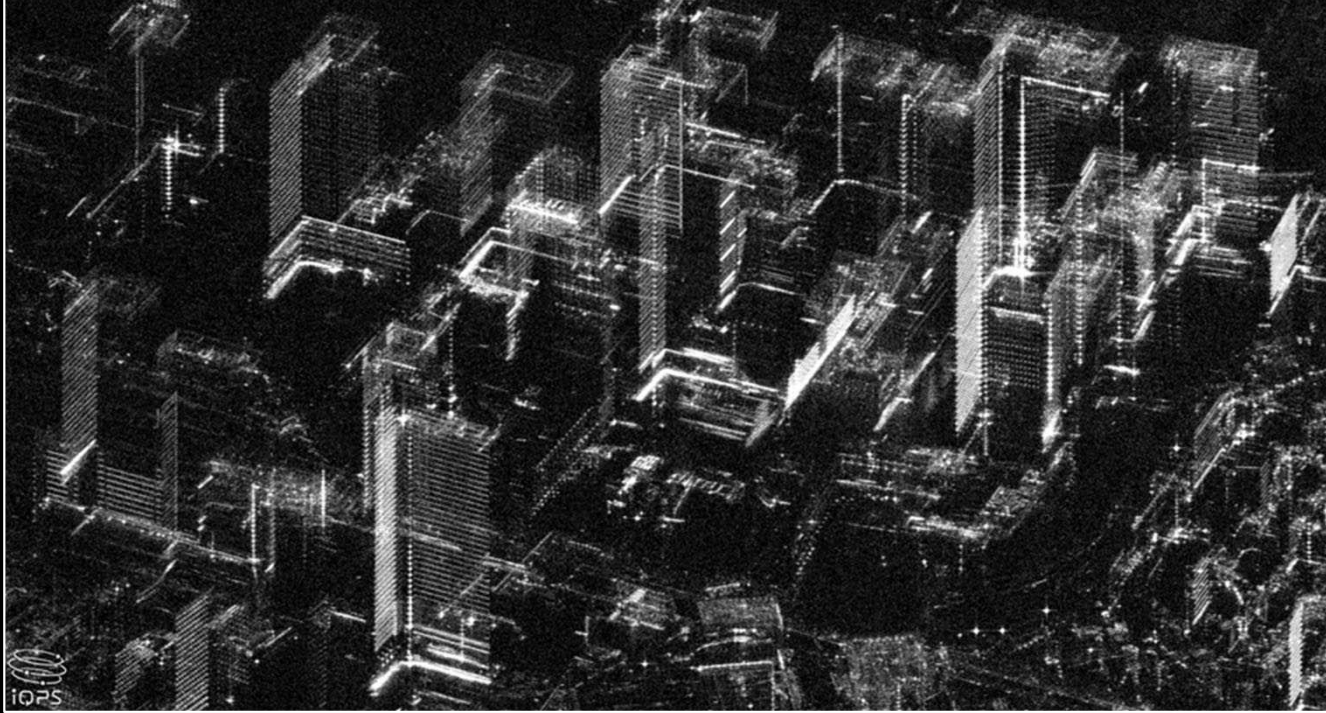
※SARの高分解能化  
1990年代：約 20m → 近年では 3~5m

出典：[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/tsunamiKondankai/dai06kai/pdf/doc\\_4-2.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/tsunamiKondankai/dai06kai/pdf/doc_4-2.pdf)

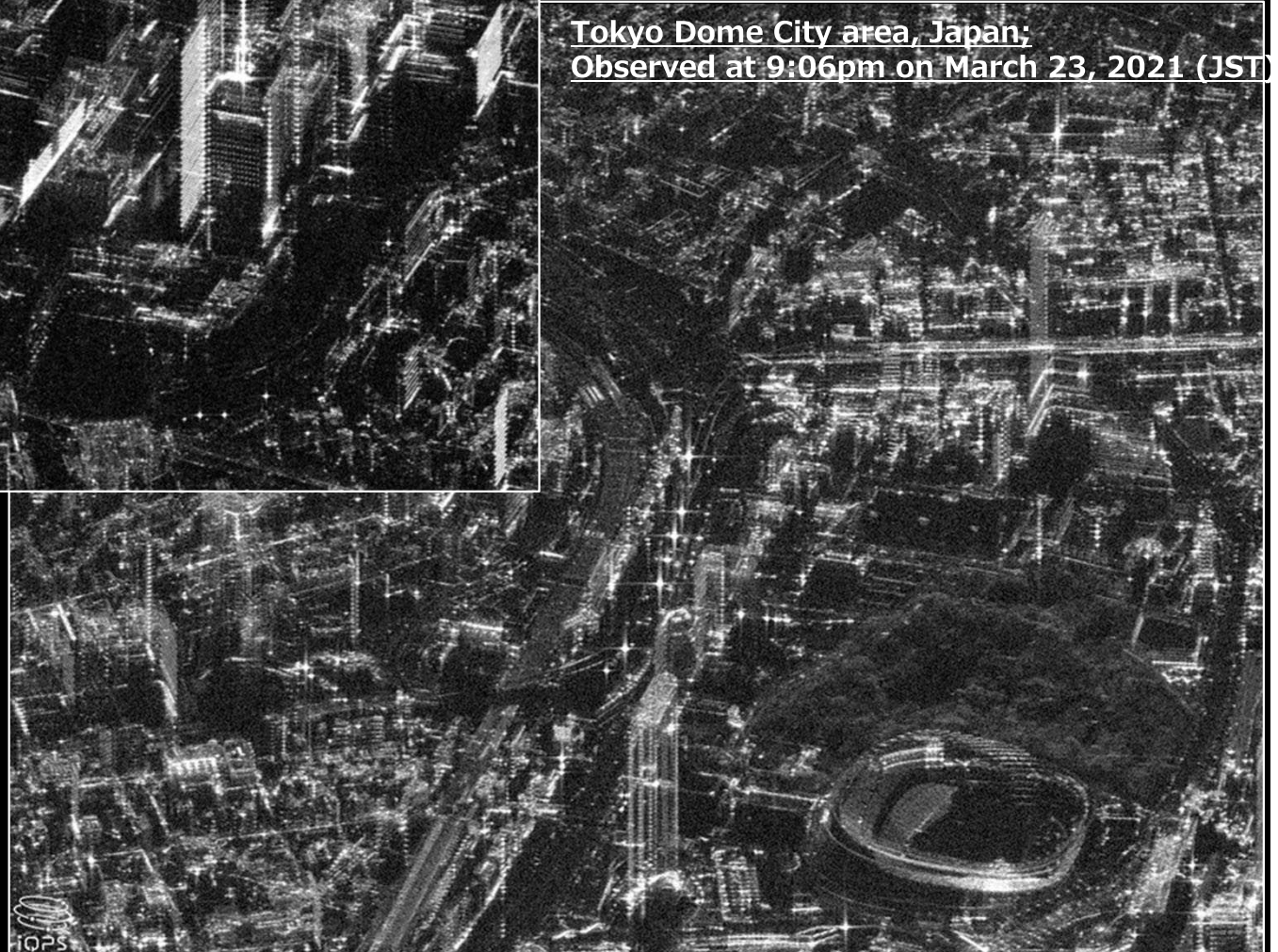


# 小型SAR衛星コンステレーションへの期待

Marunouchi skyscraper, Tokyo, Japan;  
Observed at 9:06pm on March 23, 2021 (JST)



Tokyo Dome City area, Japan;  
Observed at 9:06pm on March 23, 2021 (JST)







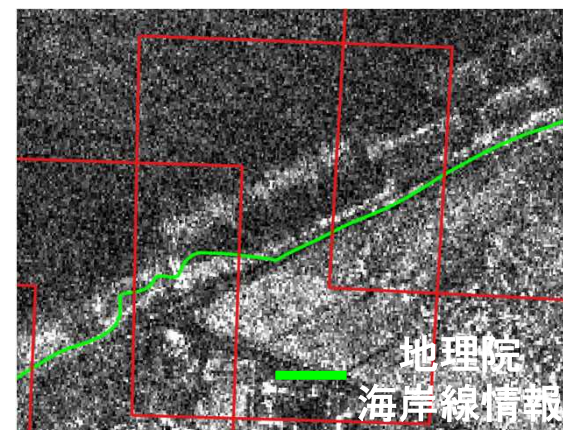
# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

○Tellus実証コンペの精度面で上位であった手法(UNetベースの機械学習モデル)を採用

## Step1

### 汀線に沿った画像の取得

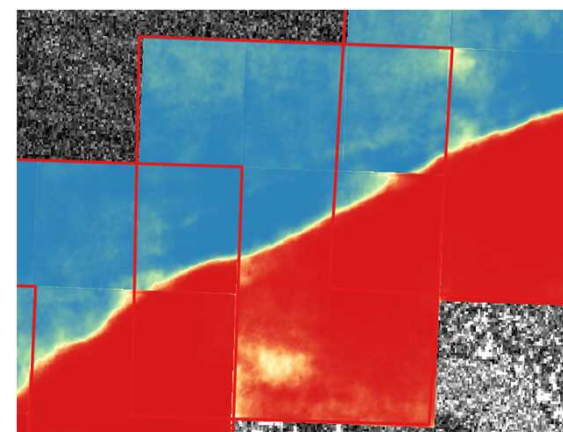
- 国土数値情報の海岸線データをもとにSAR画像をクロップ(赤枠)



## Step2

### 陸・海の分割AIにより領域分割(セグメンテーション)

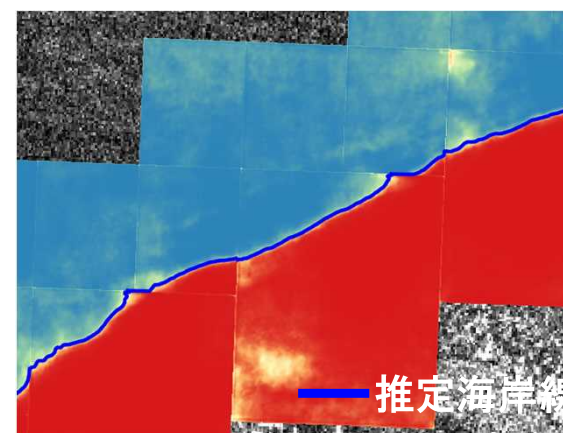
- 各画素の海・陸可能性を判定するAIを作成
- 作成したAIを用いて領域分割



## Step3

### 陸域と海域の境界を海岸線として推定

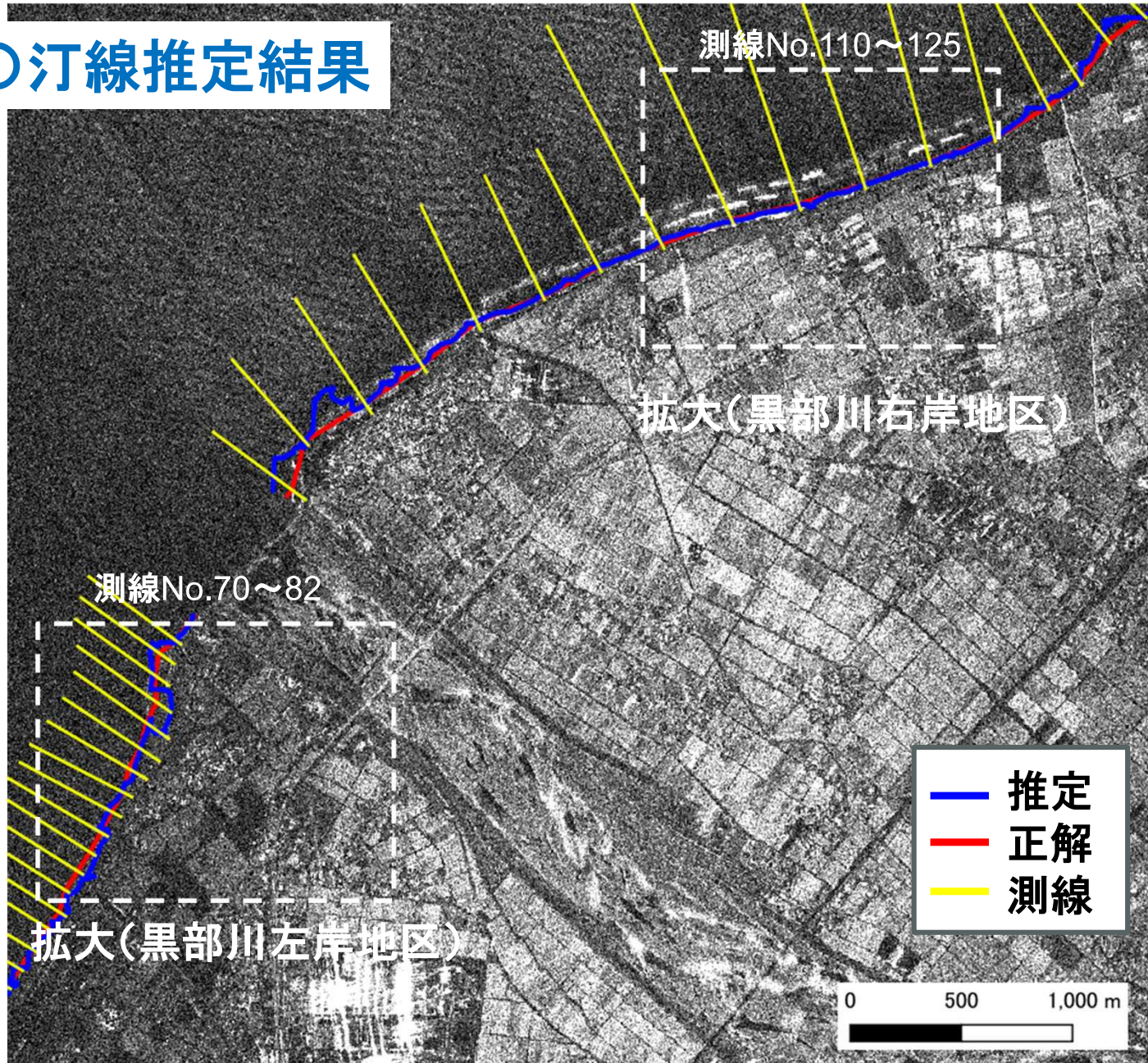
- 陸50%、海50%と判断された領域を基準とし、推定海岸線を作成





# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

## ○汀線推定結果

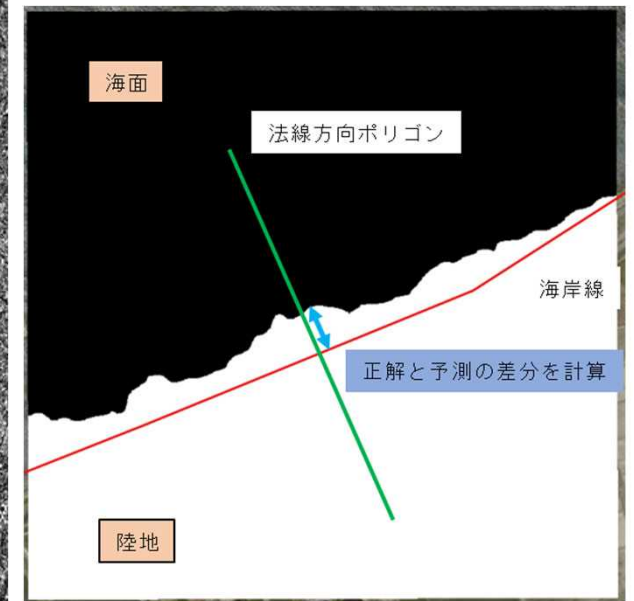


青色：推定された汀線、赤色：汀線測量データ

●衛星画像(推定データ)  
QPS-2 /Stripmapモード  
2022-11-25 09:04  
オフナディア角:19.76  
解像度:1.8m x 0.7m  
(アジマス x グランドレンジ)

●汀線測量(正解データ)  
左岸:測線No,64~82  
右岸:測線No,90~134  
測量年:2021年

●精度評価(測線ごとの誤差)  
各測線の法線方向の正解の海岸線と予測結果の距離を誤差として計算する。



赤線は正解の海岸線

©iQPS, Inc.

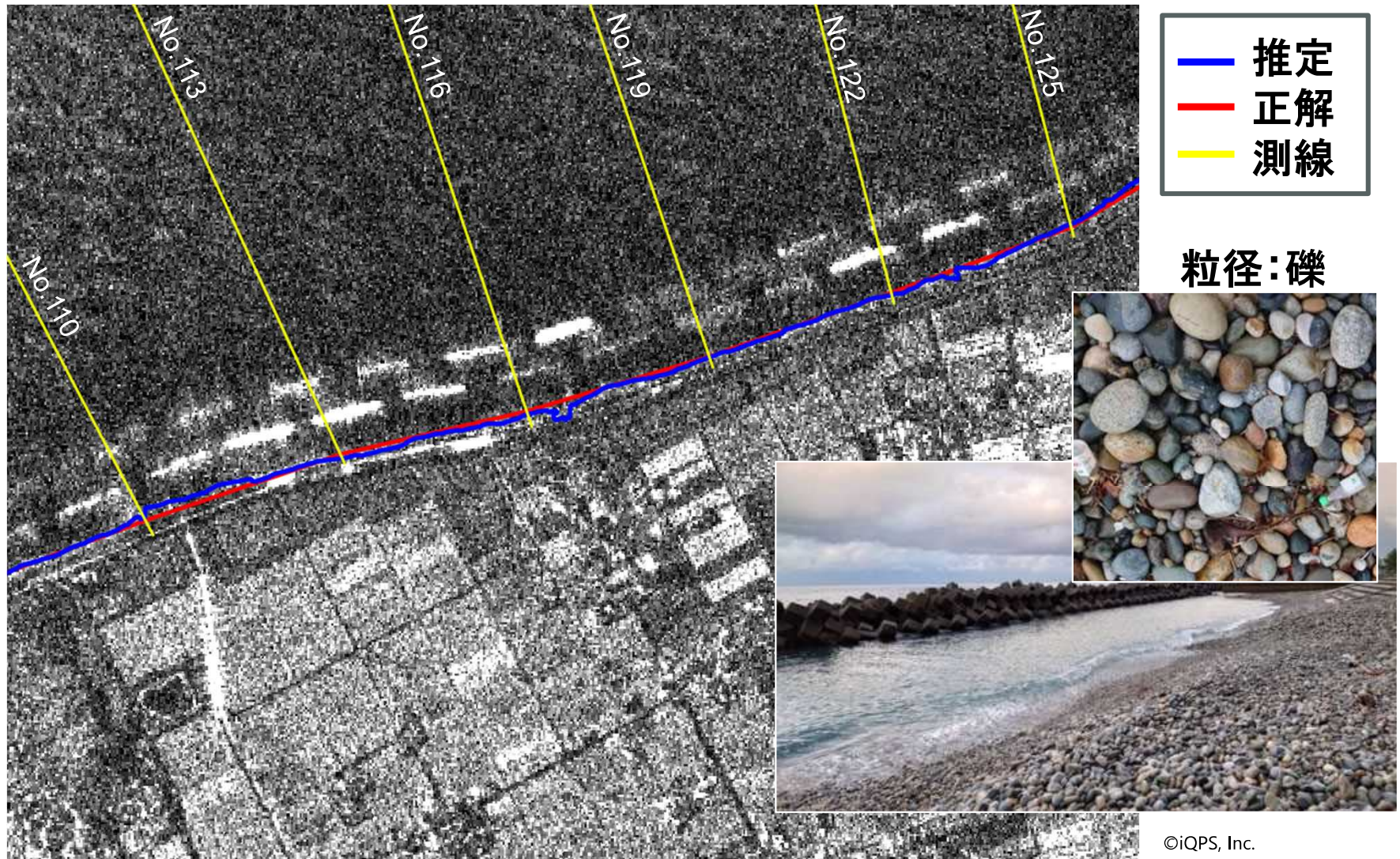
NIPPON KOEI



# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

## ○汀線推定結果(黒部川右岸側:入善地区)

推定誤差:RMSE3.35m



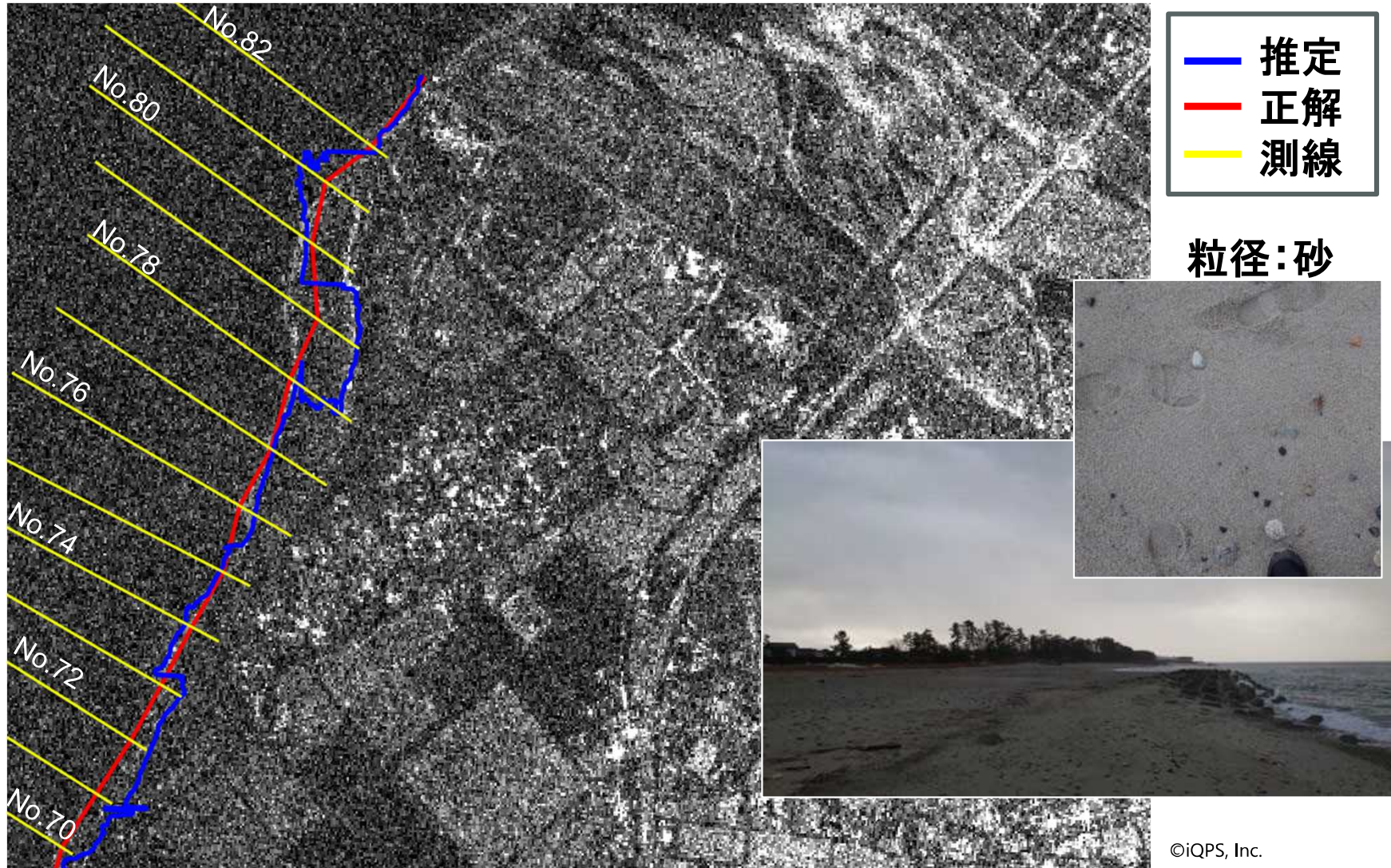
青色:推定された汀線、赤色:汀線測量データ



# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

## ○汀線推定結果(黒部川左岸側:荒俣海岸地区)

推定誤差:RMSE26.02m



青色:推定された汀線、赤色:汀線測量データ



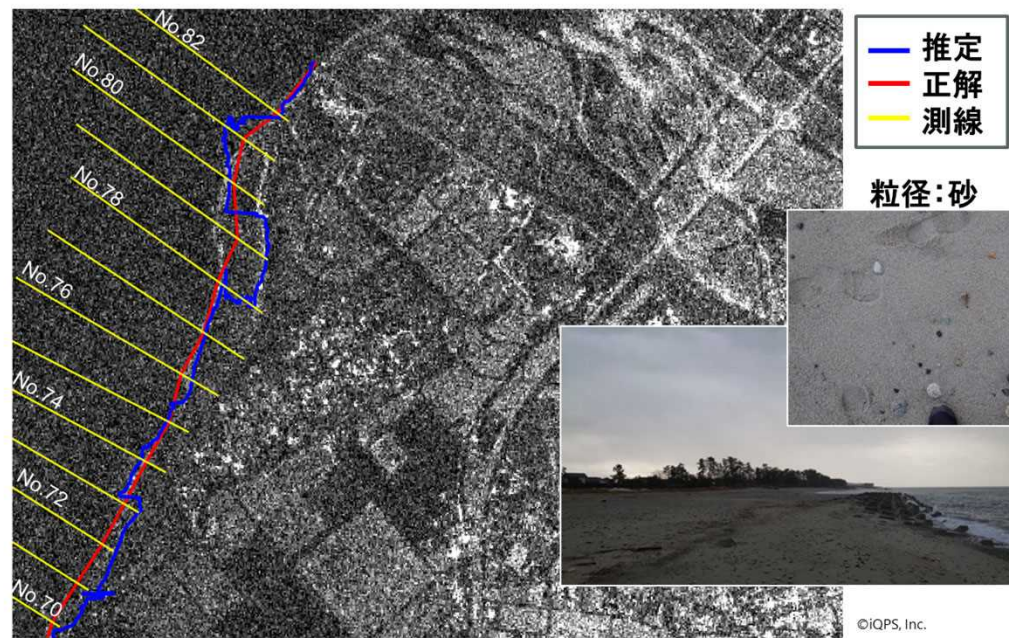
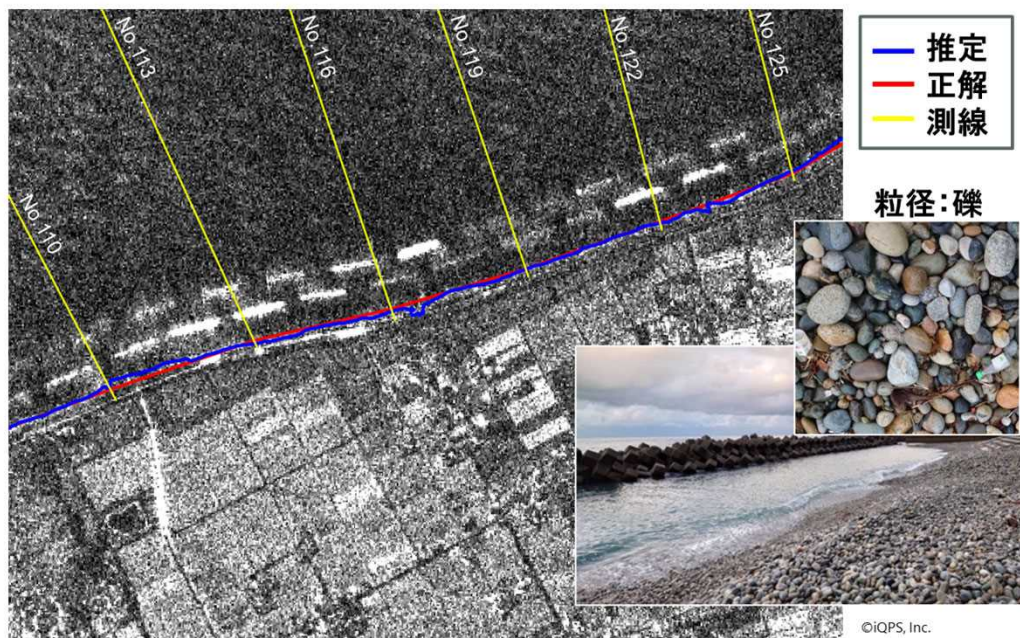
# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

## ○汀線推定結果まとめ

青色：推定された汀線、赤色：汀線測量データ

推定誤差：RMSE3.35m

推定誤差：RMSE26.02m



出典：内閣府事業「小型SAR衛星コンステレーションの利用拡大に向けた実証」

- ✓ 小型SAR衛星を活用した汀線推定結果について、既往研究同様な傾向（礫：精度高、砂：精度低）かつ、一定の精度（礫箇所：誤差3m程度）で推定することが可能であった

## 小型SAR衛星コンステレーションの活用可能性を示唆



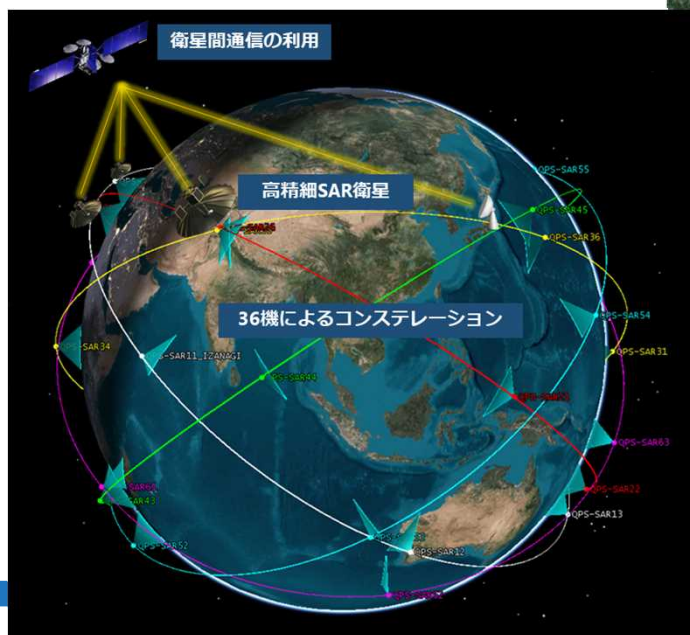
# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

## ○汀線推定の実証予定

✓ 実証機・単一条件での検証にとどまったが、今後は高精度化された商用機における複数条件での検証を継続予定。

複数条件：観測モード、入射角、粒径別、軌道別など

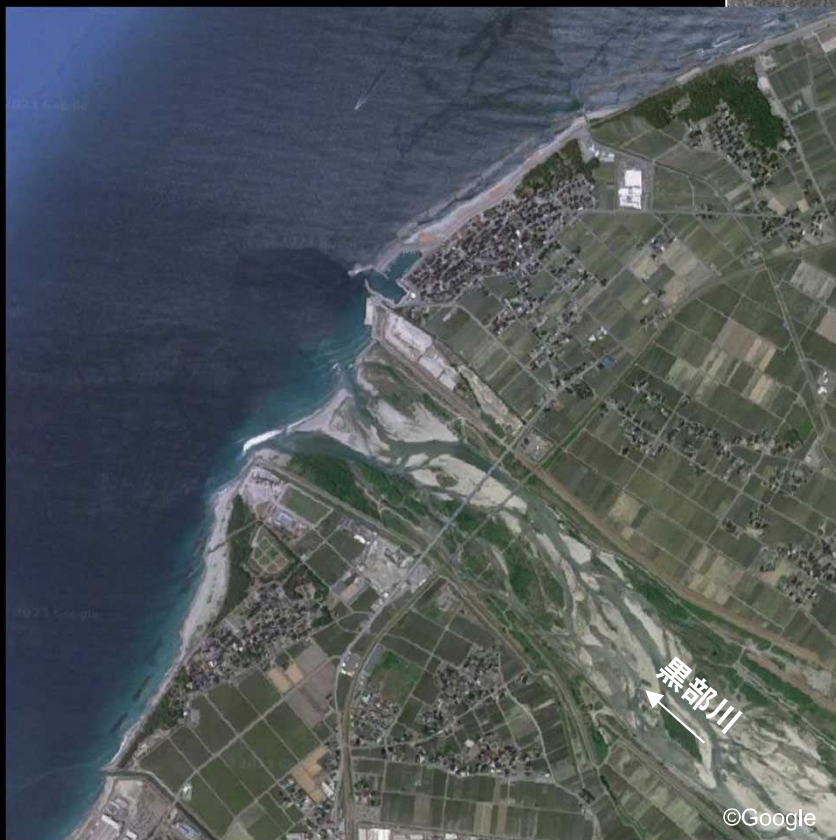
| 対象地域  | 海岸方向 | 材料構成 | 観測モード                  | 入射角 | 軌道              |
|-------|------|------|------------------------|-----|-----------------|
| 西湘海岸  | 東西   | 砂    | StripMap/<br>SpotLight | 小/大 | 太陽同期軌道/<br>傾斜軌道 |
| 宮崎海岸  | 南北   | 砂    | 〃                      | 〃   | 〃               |
| 下新川海岸 | 南北   | 砂礫   | 〃                      | 〃   | 〃               |
| 富士海岸  | 東西   | 礫    | 〃                      | 〃   | 〃               |





# 小型SAR衛星による海岸汀線把握の取組

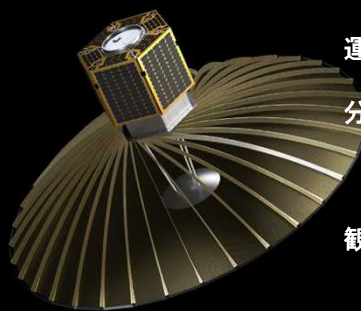
## 下新川海岸



QPS-6  
Spotlightモード  
2023-10-13 04:23  
オフナディア角:20.6  
解像度:1.8m x 0.46m(アジマス x グランドレンジ)



## OPS-SAR-6号機 (2023.06打上げ)



運用軌道:太陽同期準回帰軌道

分解能:

Stripmap: 1.8m x 0.46m

Spotlight: 0.46m x 0.46m

観測幅

Stripmap:最大840km\* x 7km

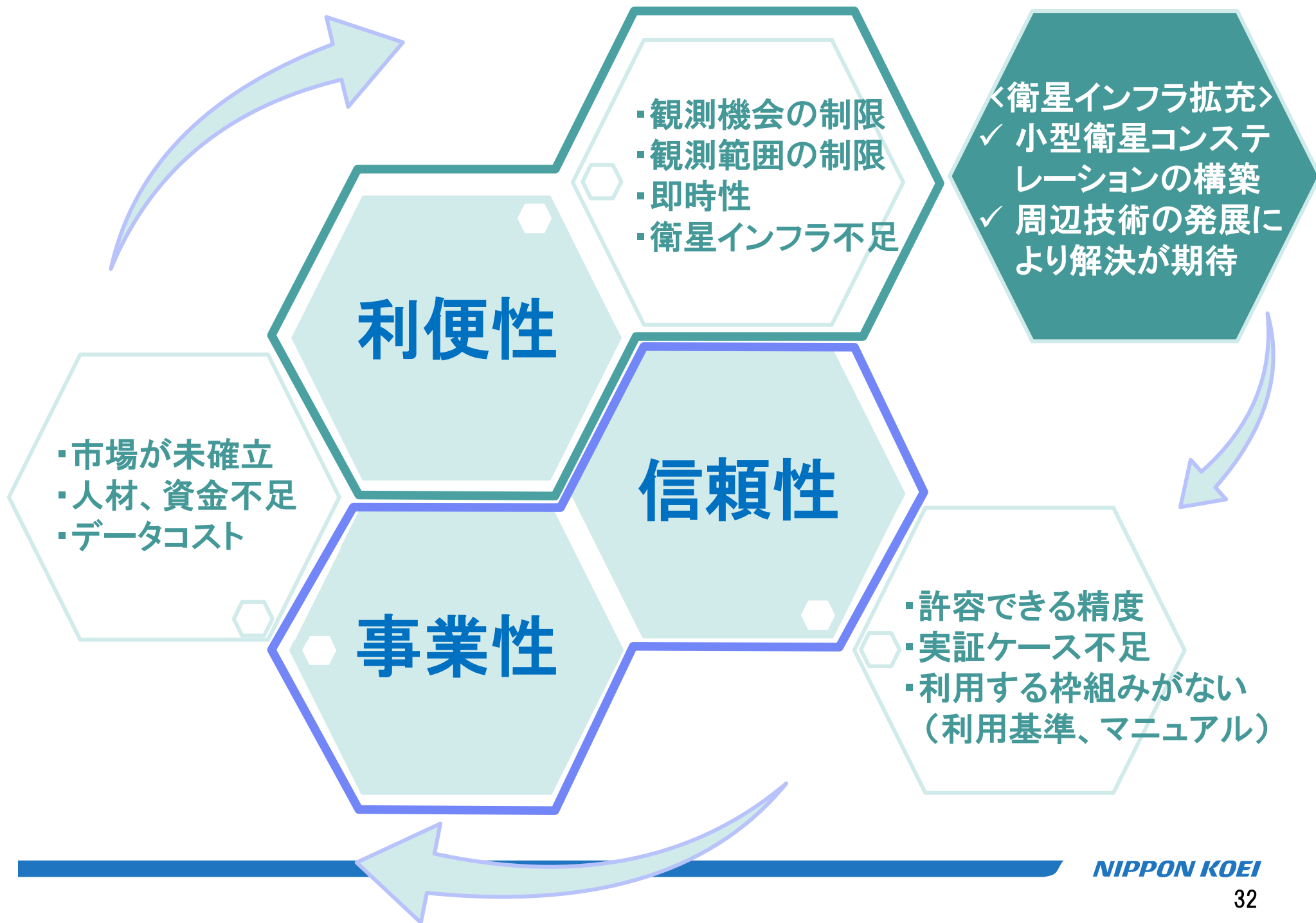
Spotlight: 7km x 7km



# 説明内容

- 背景と現状課題  
1 海岸線管理のニーズ
- 技術紹介  
2 海岸線管理における衛星データの利活用
- 講演テーマ  
3 小型SAR衛星の動向と実利用に向けた取り組み
- まとめ  
4 社会実装の課題と今後の展望

# 衛星を活用する上での課題(社会実装への課題)





# これからの課題

## 既存課題

- ✓ 衛星の精度(分解能)や観測頻度が、既存手法による管理基準を満たさない
- ✓ 衛星技術と既存技術の組合せによる管理手法の検討や、基準整備が不十分

## 課題解決への動き

- ✓ 民間の衛星プロバイダの増加、宇宙産業の市場拡大により、衛星性能や機数の向上
- ✓ 精度や観測頻度の改善が期待

## これからの課題

- ✓ 新たな地球観測衛星が増加したことで、既存衛星との比較や、実利用に向けた十分な適用性検証が必要
- ✓ 衛星の機数を継続的に増加させていくためには、多くの資金が必要となるため、持続的なビジネスモデルや、データ利用者の獲得が必要。

# 今後の展望

- ✓ 衛星インフラの基盤を築き、社会実装を推進していくには、**新しい衛星を活用した様々な検証を継続し、利用事例を増やしていくことが求められる**

## QPS衛星を用いて現在実証中の利用分野

- 海岸線モニタリング技術の開発
- 浸水氾濫域把握解析手法の高度化
- 土砂流出箇所調査技術の開発
- 道路密度モニタリング技術の開発 等

## QPS衛星の今後の打ち上げ計画

QPS-SARは2023年11月時点で2機体制で運用しており、今後は毎年複数機を打ち上げることで、**2025年以降に36機のコンステレーションを構築する計画**である。

また、衛星の多くを**中傾斜軌道へ投入**することで、日本及び海外の大都市圏が点在する中緯度帯を高頻度に撮像する予定であり、36機体制構築後は、特定の地域を**約10分間隔で観測することが可能**となる。



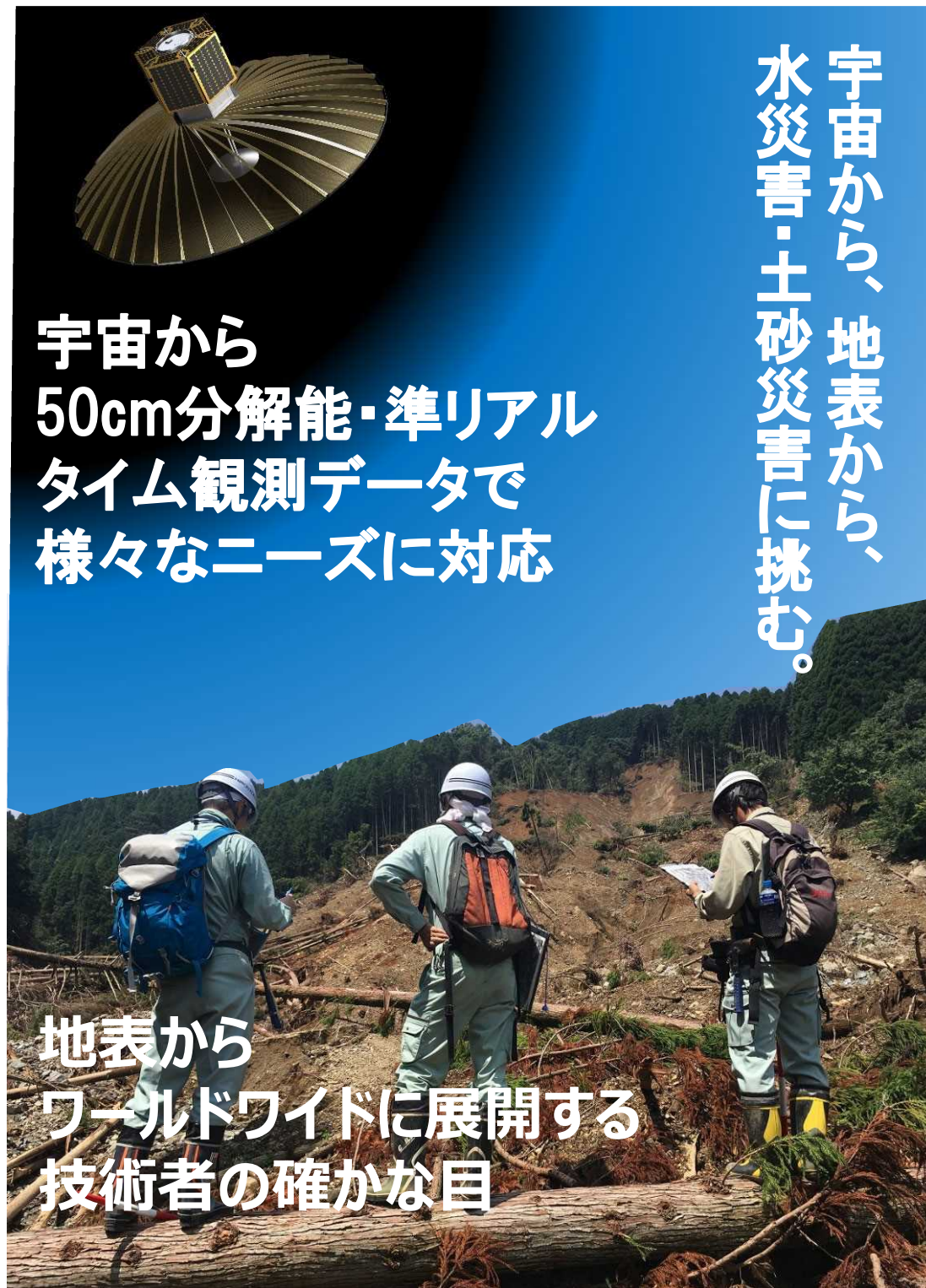
衛星データを利用するとこんなことができるんだな、、  
で終わらせないために…

- ✓宇宙業界企業に対して利用者ニーズをいかに繋げるか
- ✓コンステレーション構築を待たずに、今のうちから各産業で衛星データの利用実証を進めるか

次世代の維持管理に活用可能な  
新技術の発展に

ご清聴  
ありがとうございました

**NIPPON KOEI**



宇宙から  
50cm分解能・準リアル  
タイム観測データで  
様々なニーズに対応

宇宙から、地表から、  
水災害・土砂災害に挑む。

地表から  
ワールドワイドに展開する  
技術者の確かな目