

# インフラ分野における衛星活用リモセン技術の 社会実装に向けた検討状況 (気候変動適応への対応を念頭に)

国土技術政策総合研究所  
河川研究部 水防災システム研究官

吉田 邦伸

# 1. 「流域治水」等の社会課題への対応 の方向性について

# 1. 「流域治水」の加速化・深化

- 防災・減災、国土強靱化として、流域のあらゆる関係者が協働してハード・ソフト一体となった流域治水の取組を推進するとともに、計画的・効率的なインフラの老朽化・耐震化等を実施してきたところ。
- さらに、気候変動による水災害の激甚化・頻発化に対応するため、既存施設の徹底活用を図りつつ、河川整備基本方針や河川整備計画等の見直しや河川、ダム、砂防、海岸、水道、下水道の整備等を推進するとともに、災害リスクを踏まえたまちづくり・住まい方の工夫等の被害軽減対策に取り組むことにより、流域治水の加速化・深化を図る。

## 【取組】

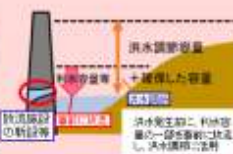
- ・ 根幹的な治水対策の加速化、既存施設の最大限活用・能力向上、河川整備基本方針等の見直し
- ・ 砂防関係施設の整備
- ・ 海岸保全施設の整備
- ・ 雨水排水・貯留浸透機能の強化のための下水道整備
- ・ 総合的な土砂管理
- ・ 水インフラの老朽化対策、耐震対策 等



堤防整備



ダム建設・再生



既存施設の最大限活用  
（ダムの事前放流）



地下空間の活用



砂防関係施設整備



海岸保全施設整備



下水道整備

氾濫をできるだけ防ぐ  
・減らすための対策

あらゆる関係者の協働による  
流域治水の加速化・深化

被害対象を減少  
させるための対策

被害の軽減、早期復旧  
・復興のための対策



災害危険区域設定



二線堤の保全・拡充



水害リスク情報の充実  
（水害リスクマップ）



災害の自分事化  
（NIPPON防災資産）

## 【取組】

- ・ 水害リスクの高い地域における建物等の構造規制・土地利用の誘導等
- ・ 住まい方の工夫 二線堤等の浸水範囲を減らす取組 等

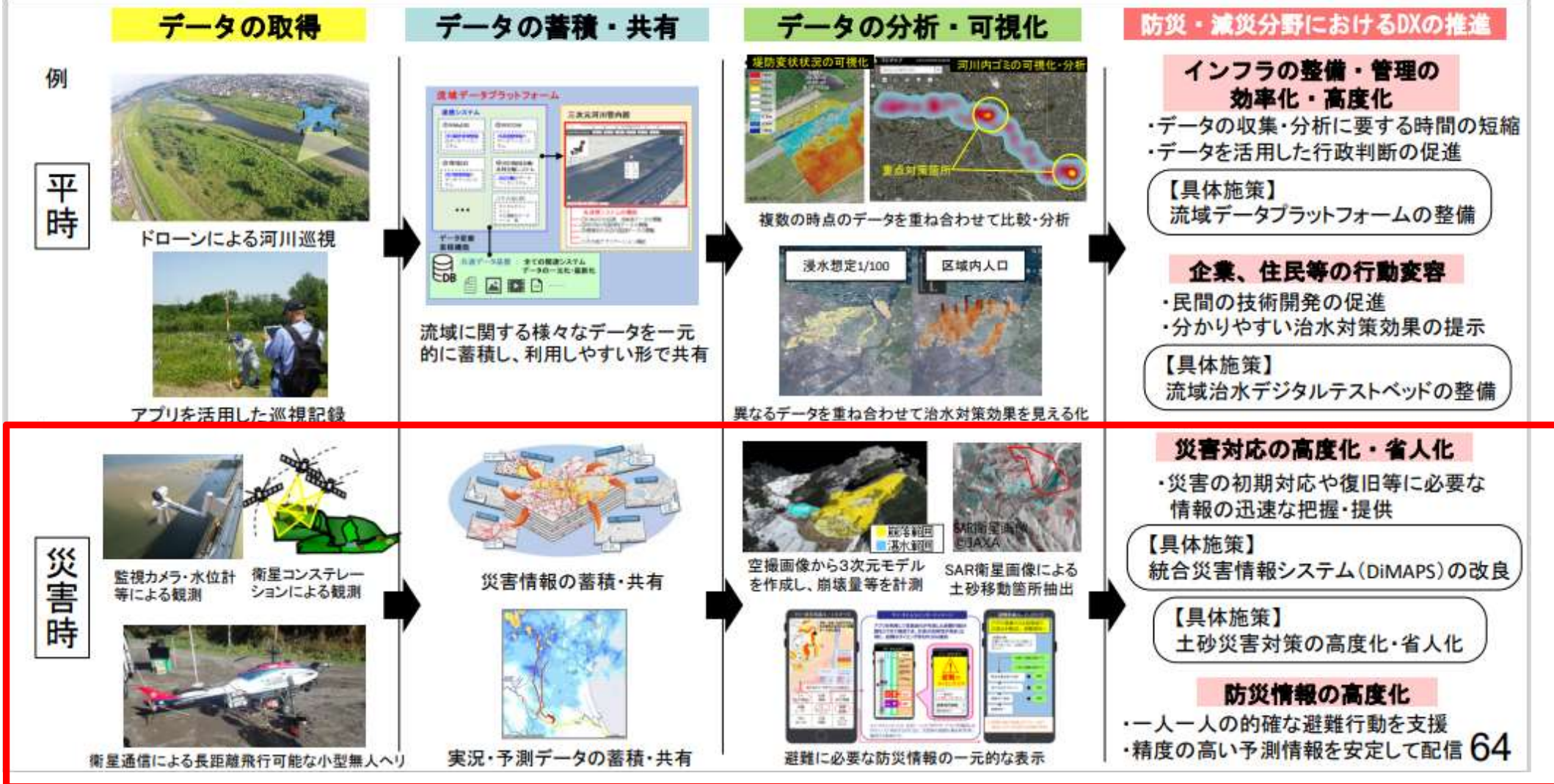
## 【取組】

- ・ 水害リスク情報の提供 洪水・土砂災害・高潮等の予測情報充実
- ・ 災害の自分事化 等



# 1. 防災・減災分野におけるDXの推進

- 河川・砂防インフラの整備・維持管理、災害対応、流域治水の加速化・深化等の施策の立案や実行等にあたっては、流域の様々なデータの分析等に基づき、的確かつ迅速な意思決定が必要。
- そのために必要なデータの取得、蓄積・共有、分析・可視化を一体的・効率的に行うための技術開発やシステム整備、既存のデジタル技術の実装等を進め、防災・減災分野におけるDXを推進する。





- 我が国の社会状況の変化を踏まえ、「リモートセンシング衛星」データを他のリモートセンシング技術に組み合わせることで、今後さらに貴重となる労働力の有効活用へ貢献する手法となることが見込まれる。

## 1) 全国的な人口減少・少子高齢化の進行に伴い、生産年齢人口が急減。

- ・ 2000年 約8,600万人 →2020年 約7,500万人
- ・ 20年間で 約1100万人の減少（平均で年間約55万人減）

（出典：「国土形成計画（全国計画）」（令和5年7月閣議決定））

## 2) 上記を踏まえ、リモートセンシング等のデジタル技術を活用し様々な分野について管理方法の転換を図ることが「国土形成計画（R5.7）」でも重要課題とされている。

## 3) リモートセンシングにおける「衛星データ」の活用方針について

- ・ リモートセンシング技術は特性を踏まえた組み合わせが有効
- ・ 人工衛星（光学、SAR）で広域にスクリーニングして、UAV、ヘリコプター、固定翼機での調査を組み合わせ 等
- ・ SAR衛星で、夜間・悪天候時を含めて調査 等

# 1. 人工衛星の種類(軌道別)

## ■ 静止軌道

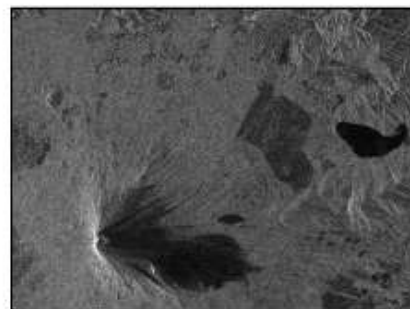
- ✓ 地球の自転と同期して移動する軌道
- ✓ 地上から、いつでも同じ位置に見える
- ✓ 高度約36,000km
- ✓ 通信・放送、気象衛星など



- ・BSAT-3  
(放送衛星, 日)
- ・ひまわり  
(気象衛星, 日)

## ■ 地球周回軌道 (極軌道) ※

- ✓ 地球の周りを周回する軌道
- ✓ 地上のあらゆる場所を通る
- ✓ 地表からの距離が短い (高度数百km)
- ✓ 地球観測衛星など



- ・ALOS-2 (日)
- ・WorldView-3 (米)
- ・SPOT6 (仏)
- ・Landsat8 (米)
- ・COSMO-SkyMed (伊)



地球観測衛星  
(高度500~900km)

国際宇宙ステーション  
(高度400km)

地球  
(直径12,756km)

※極軌道：赤道に対して90°である北極・南極を通る軌道  
傾斜軌道：赤道に対して90°未満を通る軌道  
極軌道に比べて範囲が限定的になるものの、  
撮影頻度が高くなる



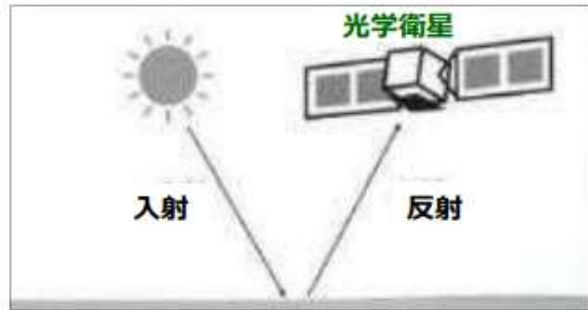
# 1. 光学センサとレーダーセンサ

○地球観測衛星には、**光学センサ**を利用するものや**レーダーセンサ（SAR）**を利用するものがある。

## 光学センサ

自然の放射光や反射光を観測

- ⇒ 夜間観測不可
- ⇒ 雲に遮られる
- ⇒ 一般の写真と同様な解釈が可能



光学センサによる観測例（富士山周辺）

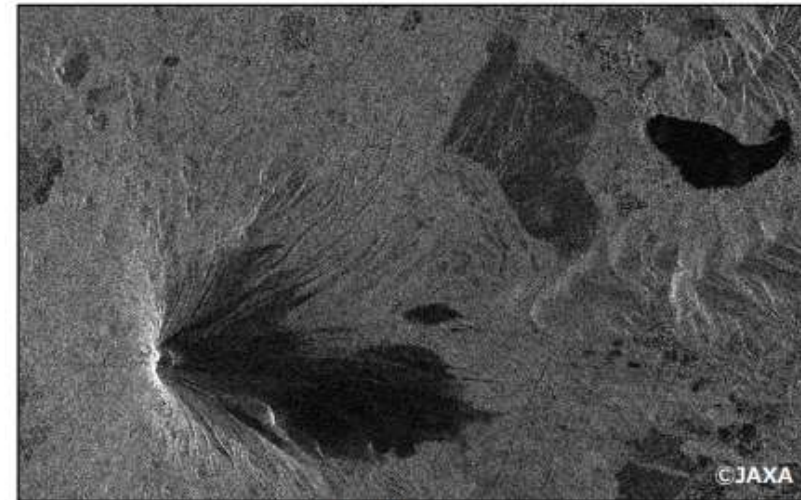
## レーダーセンサ（SAR）

自ら電波（マイクロ波）を出し、その反射波（後方散乱）を観測  
マイクロ波の特性上、雲（小さな水滴）を透過する

- ⇒ 昼夜関係なく観測可能
- ⇒ 天候に関わらず観測可能
- ⇒ 画像解釈には専門知識が必要



## 2. センサ



レーダーセンサによる観測例（富士山周辺）

# 1. 衛星SAR画像の浸水対応への活用の流れ

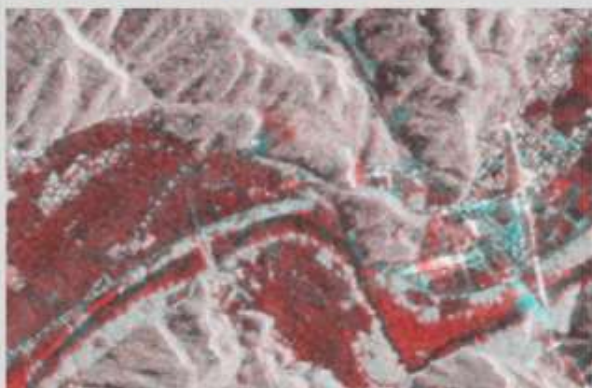
夜間・悪天候時



SAR観測



画像解析・判読  
(被害箇所の推定)



JAXA

- ・調査箇所の絞り込み
- ・調査ルートを検討

- ・排水ポンプ車の配置検討

初動対応  
に活用

夜明け・天候回復後



ヘリ、ドローン、現地調査による詳細把握



排水ポンプ配備・排水



国交省



## 民間による小型観測衛星コンステレーションの構築加速

- 小型観測衛星コンステレーション分野では、**民間主導**へと構造が変革。

### 光学衛星

- 防衛予算に支えられ、**機数・分解能**で**米国**が**圧倒的に先行**。

### SAR※衛星

- Capella(米国)、ICEYE(フィンランド)が機数で先行。
- 他方、**分解能**は、**日本のスタートアップQPS、Synspectiveも先行**。

※SARとは「合成開口レーダー」のことであり、SAR衛星から電波を照射して、地球上のデータを取得する技術。夜間・悪天候でも観測可能。

<世界の観測衛星コンステレーションの一覧>

(2024年4月宇宙事務局調べ)

|       | 会社名       | Axelspace(日本)  | Planet(米国)<br>(DOVE)   | Planet(米国)<br>(SKYSAT,Pelican)   | Maxar(米国)   |
|-------|-----------|--|--|--|---|
| 光学衛星  | 分解能       | 2.5m   | 3.7m   | 0.57~0.3m  | 0.5~0.29m   |
|       | 機数の実績(目標) | 5機(12機)<br><br>©Axelspace | 180機以上<br>(180機以上)<br><br>©Planet | 22機(32機)<br><br>©Planet | 4機(7機)<br><br>©Maxar |
|       | 会社名       | QPS研究所(日本)   | Synspective(日本)  | ICEYE(フィンランド)  | Capella(米国)   |
| SAR衛星 | 分解能       | 0.46m<br><br>©iQPS, Inc. | 0.9 m<br><br>©Synspective         | 0.25 m<br><br>©ICEYE    | 0.5m<br><br>©Capella |
|       | 機数の実績(目標) | 3機(36機)  | 3機(30機)  | 34機(48機)   | 12機(36機)  |

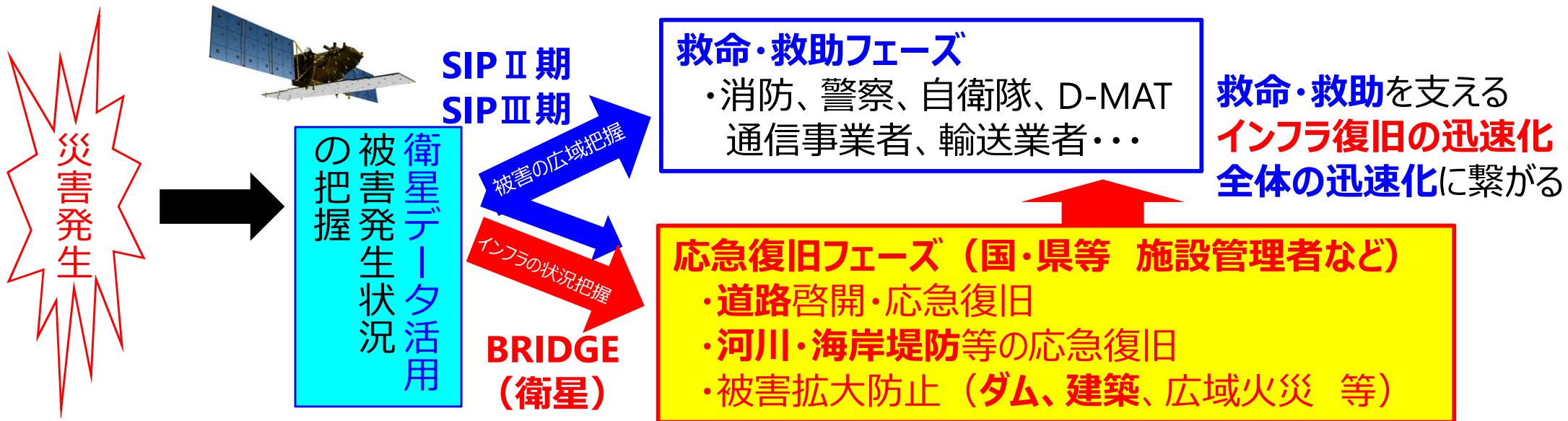
## **2. BRIDGE予算を活用した研究について** **(研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム)**

**住宅・社会資本分野における人工衛星等を活用した  
リモートセンシング技術の社会実装**



# 【ねらい】 BRIDGE（衛星）によって社会実装を目指す技術開発 ～関係機関の活動を支えるインフラ復旧の迅速化への更なる活用拡大～

- ・国土交通省は、「状況把握」後、所管インフラの「応急復旧フェーズ」に移行し、道路啓開・応急復旧、河川・海岸堤防等の応急復旧・被害拡大防止等に全力で当たる。
- ・これは、「救命・救助フェーズ」に入る消防・警察・自衛隊等の関係機関の迅速な部隊展開及び安全な活動を支える不可欠な活動である。



- ・今回要求する「BRIDGE（衛星）」は、この国土交通省の「応急復旧フェーズ」を小型SAR衛星データ等を活用し、一気に迅速化・的確化する為の技術開発である。
- ・混乱しがちな災害状況下でも、道路・河川等の施設管理者（国・県等）や民間業者の活動を可能とする技術基準案・標準仕様案の検討までを行うものであり、これは、関係機関の活動も含めた全体の災害対応力向上・迅速化に必須の内容である。

# 【実施概要】 BRIDGE（衛星）の研究開発内容

- ・国総研は、全国のインフラ管理現場で用いる新技術開発・基準作成を主な任務としており、以下の3つの目標の達成に向けて、研究開発を実施。

## 1) 被災状況（インフラ・市街地・建築物）の把握手法の開発

「応急復旧フェーズ」に必須な、被災状況の把握手法を開発する。

- ・道路について、管理施設（橋梁、のり面等）の被害把握（応急復旧向け）
- ・河川について、管理施設（堤防、ダム等）の被害把握（応急復旧向け）
- ・河川内の水面形状を把握し、連続的な河川水位を把握（ダム・水文等の操作で被害拡大を防ぐために必要）

※H28年熊本地震においては、阿蘇大橋の落橋把握は、発災から6時間後

## 2) 小型SAR衛星コンステレーションへの適応技術等の開発

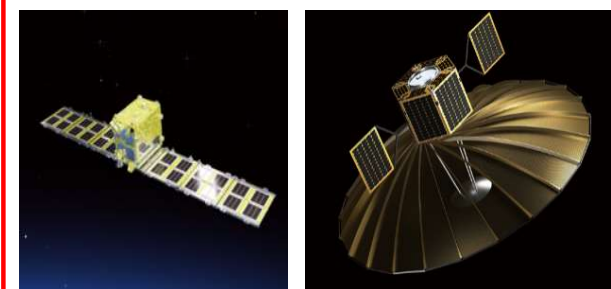
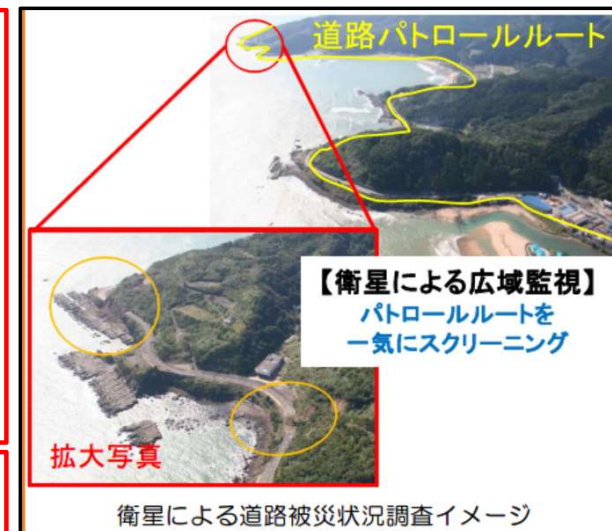
既に国内基幹衛星・海外衛星で開発した手法について、民間・国産の小型SAR衛星コンステレーション等への適応、精度向上を目指す。

- ・ダム（ロックフィル）・周辺地盤の変位把握
- ・海岸線（砂浜海岸等）の変位把握
- ・建築物の変位把握・広域火災の状況把握

## 3) 現場実務に直結する「技術基準」・「標準仕様」への反映

上記の技術開発に加え、

現場で使用可能な「技術基準案」「標準仕様案」を作成することで、国・県を中心とした施設管理者のルーチンに衛星データ活用を組み込み、災害後に着実に実施できる体制を構築するものである。





# 【テーマ①】河川分野（河道及び河川管理施設） [R5実績]

## 【研究成果及び達成状況】

✓ 光学・SAR衛星画像の解像度が河川管理施設における変状の抽出可能スケールに与える影響について確認

- 光学衛星データを活用した河川堤防の変状抽出に必要な解像度と変状抽出可能スケールを調査
- SAR衛星データでの抽出の可能性について検討するとともに河川管理においてSAR衛星データと光学衛星データとの優位性について比較検討



図-1 抽出対象とした変状の例



図-2 抽出可能な変状（光学）

✓ 衛星データを活用した変状自動抽出の試行を行い、抽出可能な変状種別を整理

- 光学及びSAR衛星データを活用した河川管理施設の変状自動抽出を試行
- 光学衛星データ、SAR衛星データそれぞれで抽出可能な変状種別を整理
- 変状自動抽出の精度向上にむけた検討

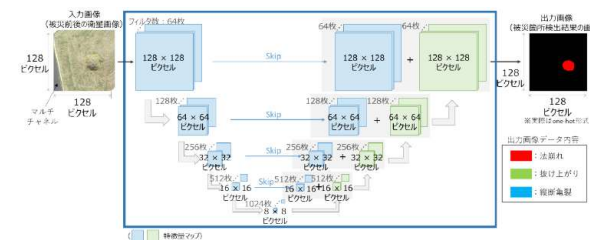


図-3 変状自動抽出モデルの簡易図

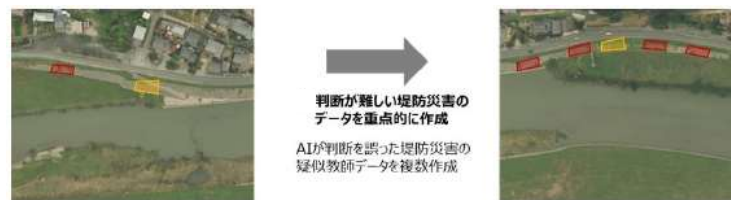


図-4 変状自動抽出精度向上の検討

※このような成果を見込んでいたが、堤防の変状が確認できる衛星画像が少なく、十分な定量的検討はできていない。

## 【出口戦略・研究成果の波及】

✓ 複数の衛星データを組み合わせて大規模な河川管理施設の損傷を概略把握できるシステムについてFSを実施

⇒システムの基本構造を設計

⇒システムの運用方法と河川管理者の大規模災害時の業務フロー改善案を作成

⇒システムの構築・運用に関する概略設計書を作成

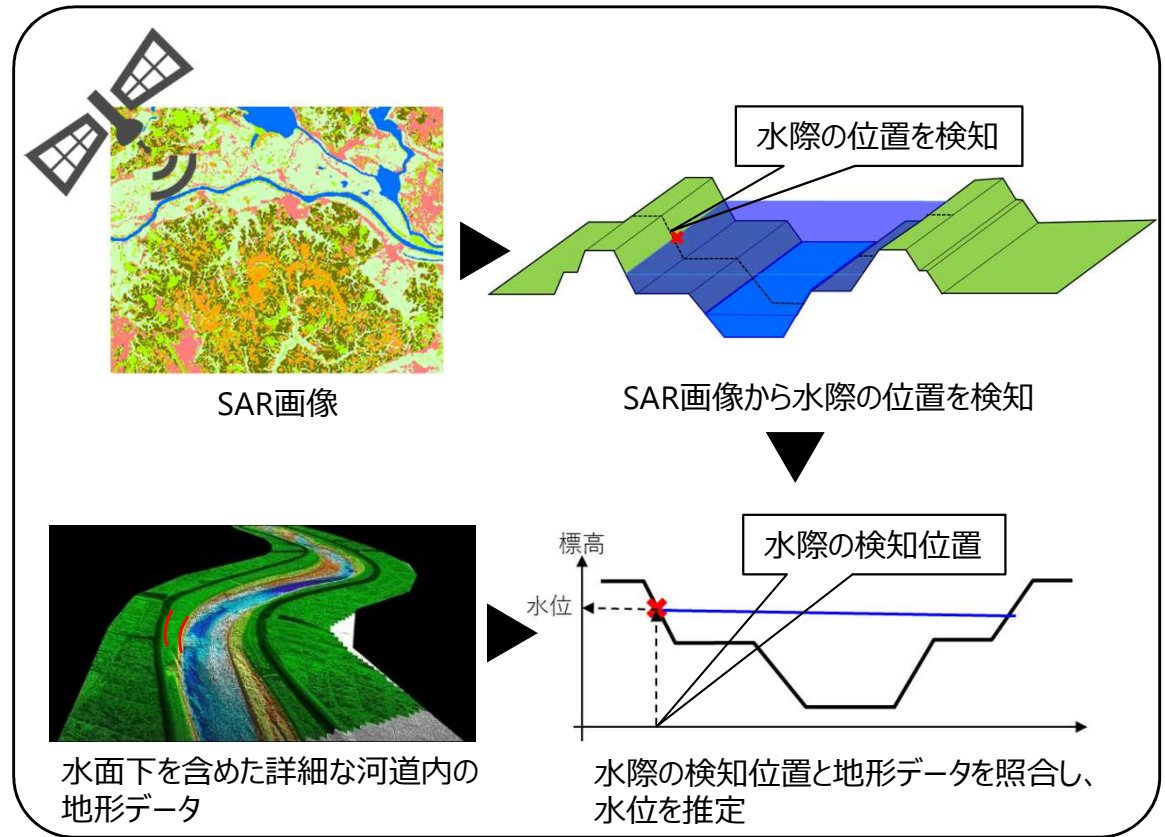
今後、光学・SAR衛星コンステレーションが活用可能となると、

・大規模な地震・津波災害や洪水が発生した場合の応急復旧戦略を検討する上で不可欠な早期の被害概要を把握するシステムとして構築することを検討

・システムが導入された場合、災害後の点検について定めた技術基準類（「堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領」等）を改訂

## 【研究成果及び達成状況】

- ✓ ALOS-2のSAR衛星画像を用いて、河川水位を推定する手法の基本的な性能を実証
  - 河川水位を上下流連続的に把握する観点から、水際の位置を正確に検知するために、SAR画像の前処理として、SAR画像の位置決定誤差を河川縦断的に高精度に補正する手法を開発し、基本的な性能を実証
  - SAR画像の反射強度が水面と地面で特性が異なることを利用し、反射強度の差分から河川水位を推定する手法（手法1）の基本的な性能を実証
  - SAR画像の位相情報が平常時と出水時で特性が異なることを利用し、干渉解析から河川水位を推定する手法（手法2）の基本的な性能を実証
- ✓ ALOS-2のSAR衛星画像を用いた河川水位の推定精度と撮像条件等の関係について整理
  - 上記2種類の方法の推定精度について、SAR画像の撮像条件（オフナディア角等）、河川形状等の条件（蛇行、水面幅（出水規模）等）の関係を整理
- ✓ 衛星で推定した河川水位を水位予測へ活用するための手引き（案）の項目を整理



## 【出口戦略・研究成果の波及】

- ✓ 衛星で推定した河川水位を水位予測へ活用するための手引き
  - ⇒ 河川管理者が洪水予報の発令等を判断するために行う河川水位予測の高精度化に活用
- ✓ 「河川砂防技術基準調査編」へ反映
  - ⇒ 新たな河川水位の測定方法として規定する

衛星による連続的な河川水位から把握される洪水の特性を反映し、河川水位予測モデルを高度化することで、洪水の予測精度が向上し、

- ・ 住民の避難の迅速化
- ・ 河川管理施設の操作の最適化

が実現し、洪水による被害の軽減に繋げる

**今後、小型SAR衛星コンステレーションが活用可能となると、**

河川水位予測モデルの同化データとして、衛星による連続的な河川水位を逐次反映することが可能となり、洪水の予測精度のさらなる向上が期待される。



# 【テーマ③】 海岸分野 [R5実績]

## 【研究成果及び達成状況】

- ✓ 光学衛星画像の地上分解能が海岸線の判読結果に与える影響を考慮したモニタリング手法を開発
  - 海岸管理者が活用可能な光学衛星画像を想定した、5種類の地上分解能の衛星画像からの海岸線の判読を試行
  - 侵食・堆積の傾向を見誤ることなくモニタリングできる地上分解能を、海岸線変化の程度、海浜勾配（底質粒径）、潮位変動幅の違いも考慮して整理（図-1）
- ✓ 光学衛星画像の海岸周辺の位置精度を高めるオルソ幾何補正手法を開発
  - 岩礁の変状をモニタリングする場合、ドローン・レーザー測量によって作成した数値標高モデルを用いたオルソ幾何補正が有効（表-1）
- ✓ 衛星利活用手引き書の項目案を整理
  - 利用目的に応じた衛星画像の選定の考え方を提示（図-2）



図-1 検討対象海岸

表-1 オルソ幾何補正の条件設定と位置精度  
(渡邊・加藤、2023) ※GCP：地上基準点

| ケース | GCPの点数 | GCPの取得位置 | 標高データ | 位置精度 (RMSE) |
|-----|--------|----------|-------|-------------|
| 1   | 0      | -        | C     | 19.8m       |
| 2   | 1      | A        | C     | 2.4m        |
| 3   | 1      | B        | C     | 1.0m        |
| 4   | 1      | B        | D     | 0.4m        |

A: 数値地図 25000 上の岩礁の中心点, B: 1cm 標高データ上の特徴点, C: 基盤地図情報数値標高モデル 10 m, D: 本研究でレーザー計測から作成した 1cm 標高モデル

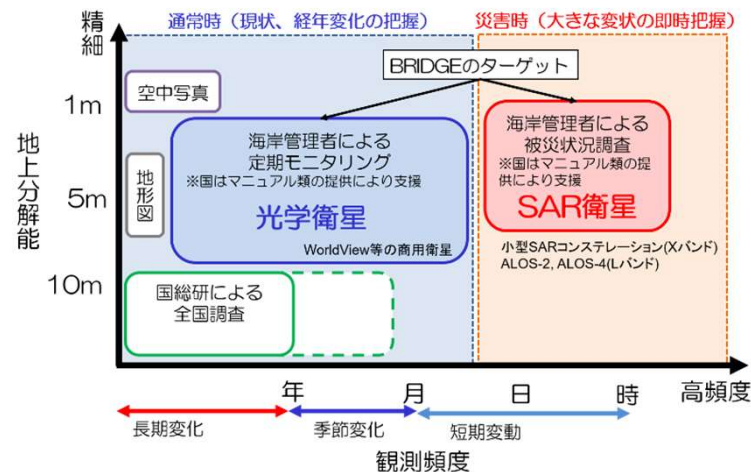


図-2 海岸分野における衛星画像の使い分け

## 【出口戦略・研究成果の波及】

- ✓ 衛星画像を用いて海岸の変化をモニタリングするための手引き
  - ⇒ 光学衛星：中長期的な海岸線変化の傾向把握に活用
  - ⇒ SAR衛星：災害時の急激な海岸線変化や海岸保全施設等の被災状況の把握に活用
- ✓ 「河川砂防技術基準調査編」へ反映、英文マニュアルの作成
  - ⇒ 新たな海岸および海岸保全施設のモニタリング方法として規定する

- 海岸侵食の兆候を早期に察知することで、侵食の深刻化前に対策を講じることが可能になる
- 海岸の被災状況を早期に把握可能となることで、被災箇所に対する応急対策が迅速化する
- 海外への技術展開により、国産衛星による取得データのマーケット拡大が期待される

- 今後小型SAR衛星コンステレーションが活用可能となると、**
- 海岸線変化：高波浪時の短期変動が把握され、砂浜の管理断面の設定精度が向上
  - 被災状況把握：海岸堤防の破堤箇所を早期把握でき、海岸周辺における救助活動の実施判断にも寄与

## 衛星画像を活用した海岸線モニタリング

### 概要

- 衛星画像を活用した海岸線モニタリング技術を実用化し、全国の海岸の長期的なモニタリングに向けた運用を開始する。

#### Before

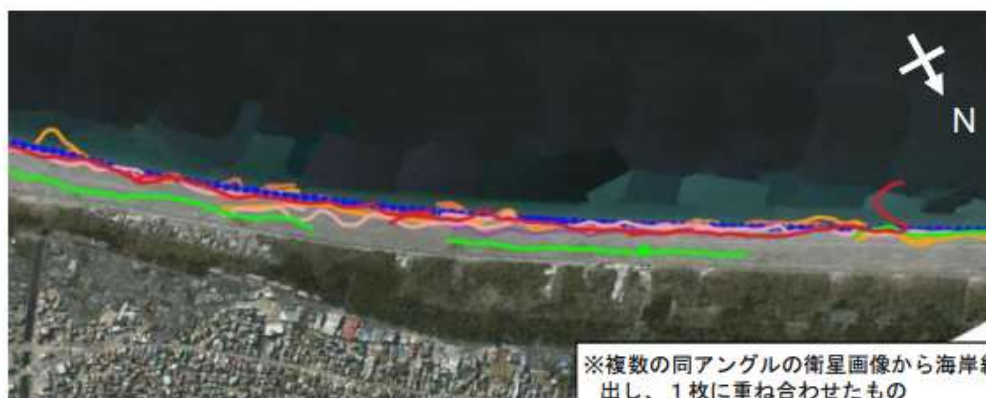
##### ■ 人力等による海岸線測量の状況



・時間、費用がかかり、  
広域、高頻度に測量できない

#### After

##### ■ 衛星画像を活用した海岸線の抽出事例



※複数の同アングルの衛星画像から海岸線を抽出し、1枚に重ね合わせたもの

・衛星画像を活用することで広域、高頻度が可能  
・画像認識技術を活用することで、コスト削減が可能

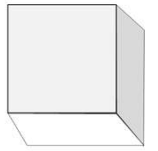
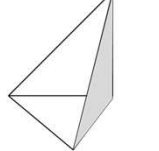
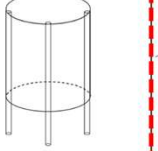
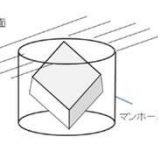


# 【テーマ④】ダム分野 [R5実績]

## 【研究成果及び達成状況】

- ✓ **ダムの変位計測の精度向上を可能とするリフレクターを開発**
  - XバンドSAR衛星によるダムの安全管理上必要な精度での計測を可能とするためにリフレクターが満たすべき要件を整理
  - ダムの計測に適した**大きさ、素材、電波入射角の冗長性**について検討（表-1）
  - 今後の**小型SAR衛星コンステレーションの複数衛星軌道、複数衛星からの観測**を考慮してリフレクターを設計
  - 電波入射角の冗長性に優れる**三角三面リフレクター**と**円形型柵リフレクター**を作成、ロックフィルダムに設置（図-1）

表-1 リフレクター形状の検討

|           | 四角三面リフレクター  | 三角三面リフレクター  | 円形型柵リフレクター  | マンホール埋め込み型リフレクター  |
|-----------|---|---|---|---|
| 形状        |  |  |  |  |
| 大きさ       | 一辺30cm程度  | 一辺50cm程度  | 直径60～80cm程度   | 直径75cmのマンホールに納まる1辺30cmの四角三面リフレクター   |
| 素材        | ステンレス(錆びに強い)、パンチングメタル(雨水をリフレクター内に貯めない)  |   |   |   |
| 電波入射角の冗長性 | ±25°程度  | ±40°程度  | 全ての方向に対応可能  | ±25°程度  |

- ✓ **XバンドSAR衛星データを用いたダム及び貯水池周辺斜面の変位計測手法を開発**
  - 小型SAR衛星と同様の波長帯であるXバンドSAR衛星（COSMO-SkyMed）のデータを用いて、ダム堤体や貯水池周辺斜面のPSInSAR解析や、強度差分SAR画像解析を実施
  - Xバンドによるダム堤体の変位及び変位が発生した範囲の把握が可能であることを確認
  - 衛星SARによるリフレクターの形状評価（反射強度の安定性、位相の安定性）を実施（図-1）し、**リフレクターの活用が可能**であることを確認



- 検討①：全リフレクターの強度安定性の検討
- 検討②：T3を標準としたS1、S2、S3の位相安定性検討
- 検討③：T1を標準としたT2（標高差なし）、T3（標高差あり）ありおよび、S1、S2、S3の位相安定性検討

図-1 リフレクター設置箇所および検討項目

- ✓ **ダムの安全管理への活用の手引きの基礎資料を作成**
  - リフレクターの設置、XバンドSAR衛星（COSMO-SkyMed）の解析結果を踏まえて、留意点の整理
  - 小型SAR衛星コンステレーションへの適用も考慮し、衛星事業者（QPS研究所、Synspective）へのヒアリングを実施
  - **解析やヒアリング結果を踏まえて活用の手引きの基礎資料を作成**

## 【出口戦略・研究成果の波及】

- ✓ **ダム管理者向け活用の手引や標準仕様案**
  - ⇒ダム管理者が安全管理のための変位計測において活用。
  - ⇒標準仕様等により必要な要件を明確にすることで、ダムにおけるSAR衛星を活用した変位計測に関する民間開発を促す。
- ✓ 「河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）」等に反映
  - ⇒ダム堤体及び貯水池周辺斜面の、安全管理のための新たな計測方法の一つとして規定する。

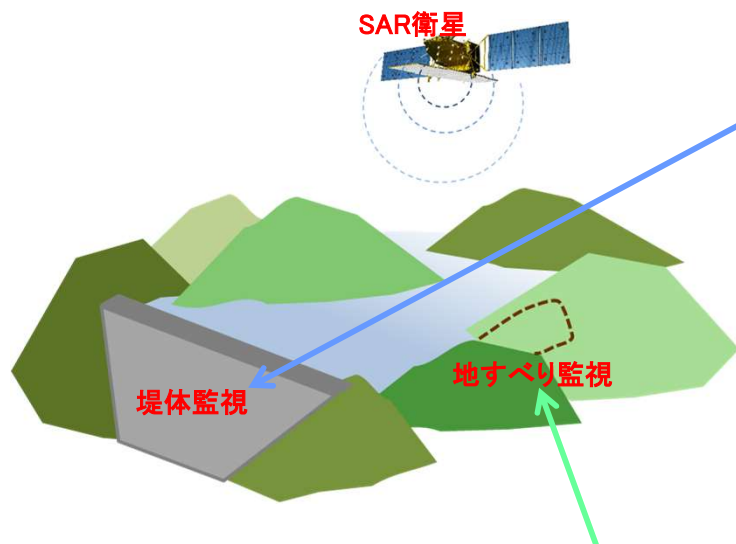
「面」的な変位分布の計測が重要となるフィルダムにおいて、SAR衛星を活用することで、より正確なダム状況の把握、ダム現地に行くことなく計測を実施することが可能となる。

**今後、小型SAR衛星コンステレーションが活用可能となると、**

- 計測頻度の向上
  - ⇒大規模地震発生後のダムの臨時点検の報告において、より迅速な対応が可能となる。
- 計測範囲の拡大
  - ⇒複数の衛星軌道による計測が可能となり、これまで計測できなかった範囲の状況把握が可能となる。

## ダム貯水池の周辺斜面の地すべり監視・ダム堤体変位監視

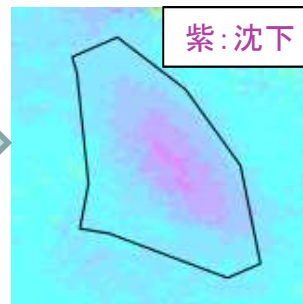
衛星SARデータの活用により、ダム貯水池斜面の地すべりやダム堤体変位の監視において、衛星データを活用することにより、状態把握業務の効率化・高度化を図る。



### ■衛星データを活用したダム堤体変位の監視(緑川ダム(九州地方整備局))



衛星データ活用



紫: 沈下

・ロックフィルダムの堤体盛立後の沈下の監視を研究的に実施(大保ダム(内閣府沖縄総合事務局、胆沢ダム(東北地整)など)

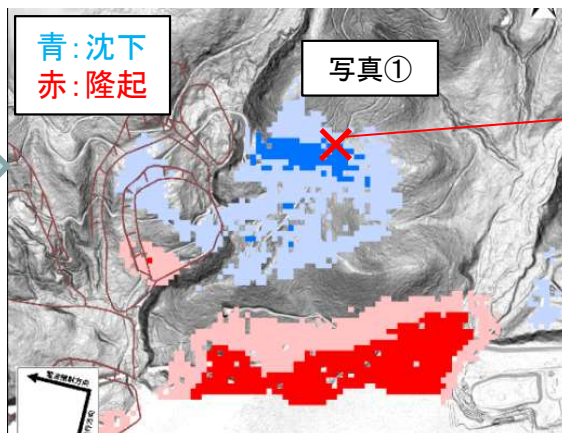
地震後は測量が困難な場合がある。

熊本地震後、衛星データを活用することで、地震による沈下の有無、沈下量の推定が可能。

### ■衛星データを活用した大規模で変動のある地すべりの把握(忠別ダム(北海道開発局))



衛星データ活用



青: 沈下  
赤: 隆起

写真①

センサー計測等と組み合わせて地すべりの状態を俯瞰的に把握。



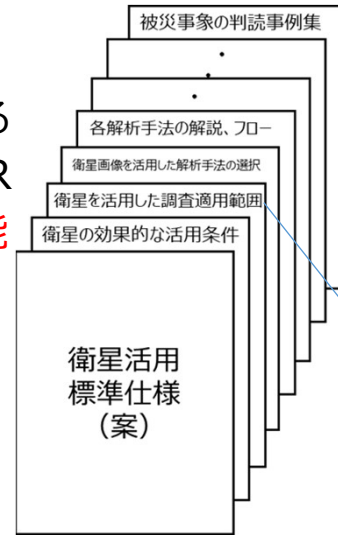
衛星データから推定された変動範囲の境界付近において見つけにくかった変状を確認。

外見で変状が確認されているが、変動している範囲を正確に把握することが困難な場合がある。



## 【研究成果及び達成状況】

- 道路被災事象や模擬事象をALOS-2や日本で進められている小型SAR衛星コンステレーションと同スペックの米国の小型SAR衛星（Capella衛星）を用いて観測することにより、抽出可能な道路被災事象や規模等を衛星種類毎に明確化
- 各道路被災事象（路面段差、路上障害物、斜面崩壊等）を抽出する際に用いることが可能となる解析手法等を整理



| 道路被災事象 | 規模  | 撮影方向と対象物との位置関係 | 観測衛星での被災事象の判読の可否 |     |     |     |         |     |
|--------|-----|----------------|------------------|-----|-----|-----|---------|-----|
|        |     |                | ALOS-2           |     | ... |     | 小型SAR衛星 |     |
|        |     |                | A解析              | B解析 | A解析 | B解析 | A解析     | B解析 |
|        | 0cm | ⊙              | ×                | ×   | ×   | ×   | ×       | ×   |
|        | Δcm | △              | ×                | ×   | ×   | ×   | ×       | ○   |
|        | □cm | ×              | ×                | ×   | ×   | ○   | ○       | ○   |
|        | 0cm | ⊙              | ×                | ×   | ×   | ×   | ×       | ×   |
|        | Δcm | △              | ×                | ×   | ×   | ×   | ○       | ○   |
|        | □m  | ×              | ○                | ○   | ○   | ○   | ○       | ○   |
|        | 0cm | ⊙              | ×                | ×   | ×   | ×   | ×       | ○   |
|        | Δm  | △              | ×                | ○   | ×   | ○   | ○       | ○   |
|        | □m  | ×              | ○                | ○   | ○   | ○   | ○       | ○   |

図 衛星を活用した調査適用範囲の一例

※標準仕様書の一部を検討

## 【出口戦略・研究成果の波及】

- 衛星を用いた新たな道路被災状況調査手法として、道路震災対策便覧等に反映し活用を促進する。
- 現状見ることのできない道路沿線の高所や道路閉塞箇所の先の状況についても、衛星データを用いることにより、広域的かつ迅速に把握することで、迅速な初動対応が可能となり、早期復旧・二次災害の防止の実現に繋がるものと期待される。
- 最終目標である衛星データ活用のための標準仕様書案を作成し、撮影から成果品作成までの一連のプロセスを明らかにすることで、民間企業における衛星データ活用のためのシステム開発や技術力の向上を促す効果が期待される。

今後、小型SAR衛星コンステレーションが活用可能となると、

- 小型SAR衛星の活用により、高分解能なxバンド衛星での撮影が実現し、衛星では今まで捉えられなかった中小規模の道路被災事象も捉えられるようになることが期待される。
- 衛星コンステレーションの実現により、観測頻度が向上し、より迅速な状況把握が可能となることが期待される。

## ① SAR衛星(QPS社)による道路の被災状況把握

令和6年能登半島地震

- 航空写真とSAR衛星画像データ(QPS社)とを比較し、SAR衛星画像により被災が判読可能か性能確認を行った。
- 大規模な道路の被災でも、震災前後のSAR衛星画像の比較により判読不能なものがあった。



| No. | 被災状況写真<br>(©国土地理院) | 衛星画像 (©(2024) iQPS,Inc.) |                          |
|-----|--------------------|--------------------------|--------------------------|
|     |                    | 震災前                      | 震災後                      |
| 1   | <br>1月2日撮影         | 12月14日13時17分観測<br>       | 1月3日13時19分観測<br>         |
| 2   | <br>1月2日撮影         | 12月14日13時17分観測<br>       | 1月3日13時19分観測<br><br>判読不能 |

| No. | 被災状況写真<br>(©国土地理院) | 衛星画像 (©(2024) iQPS,Inc.) |                          |
|-----|--------------------|--------------------------|--------------------------|
|     |                    | 震災前                      | 震災後                      |
| 3   | <br>1月2日撮影         | 12月14日13時17分観測<br>       | 1月3日13時19分観測<br>         |
| 4   | <br>1月5日撮影         | 震災前画像無し                  | 1月6日13時56分観測<br><br>判読不能 |

| No. | 被災状況写真<br>(©国際航業株式会社・株式会社バスコ) | 衛星画像 (©(2024) iQPS,Inc.) |                  |
|-----|-------------------------------|--------------------------|------------------|
|     |                               | 震災前                      | 震災後              |
| 5   | <br>1月2日撮影                    | 震災前画像無し                  | 1月6日13時56分観測<br> |

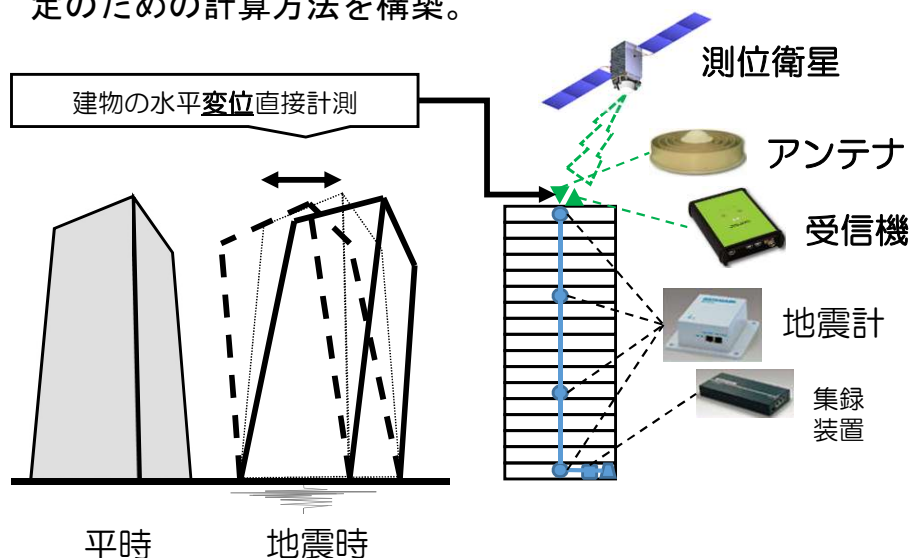


# 【テーマ⑥】 建築構造・設備分野 [R5実績]

## 【研究成果及び達成状況】

計画されていた以下の研究開発について、着実に進捗。

- ・地震時に観測される衛星測位データに基づく建築物の被災判定のための計算方法を構築。



- ・衛星測位データの信頼性の柱となる、受信機特性に対応した改ざん防止技術を開発。



## 【出口戦略・研究成果の波及】

- ・本年度の成果については、2年目に行う構造体の被災判定システムの構築等に反映させる。
- ・開発したシステムを国土交通省が保有する建築物へ活用する方法等を示すことにより、官公庁建築物への実装を促す。これにより、デベロッパ、システム開発会社への認知度を向上し、利用者の安心につながる設備投資を誘発することを目指す。

# 【テーマ⑦】市街地・建築分野 [R5実績]

## 【研究成果及び達成状況】

### 対応衛星の追加によるさらなる適応性の向上

✓ SIP2期では、ALOS-2, Sentinel-1, Worldview等の衛星に対応できているが、社会実装においては、観測頻度を上げるために必要な要素技術の開発を継続することが不可欠

#### 【今年度の取組と成果】

● 観測頻度の向上を目指すために、対象とする観測衛星の追加に際して必要となる、観測予定情報の一元管理の仕組みを構築。また、中分解能程度の衛星データの市街地解析への応用を目指した実証分析を実施。

目標達成

● 追加する衛星のデータ入力機能（インポーター）の基本設計と試作に着手し、年度内には概成できる見込み。

目標達成

### 地理空間データの最新化技術の確立による解析精度の向上

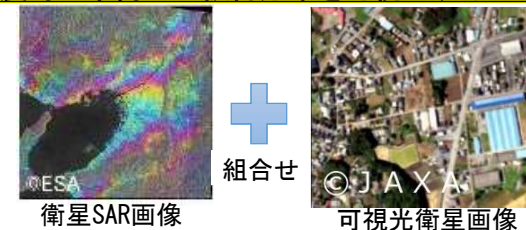
✓ SIP2期で構築した解析システムでは、衛星データを処理した画像から、建物部分だけを抽出する処理を行っているが、その建物データが古いと、現実との乖離があり、解析精度が低下する傾向が見られた。これを解決する簡易的な技術を確立。

#### 【今年度の取組と成果】

● 観測衛星データの解析結果から建物部分だけを抽出する際に用いる建物データの簡易的な最新化技術の開発に着手。年度内にはプロトタイプが概成。

目標達成

### 地震時の市街地の被害分布を可視化するシステム



これらにより、次年度の研究開発や試験運用に向けた基礎となる知見や要素技術がそろった。

さらに次年度を先取りする取組として、（仮称）衛星による市街地解析ガイドライン（案）策定に向けた検討会の設置準備を開始。年度内には人選を完了させ、次年度早々に1回目の検討会を開催すべく準備中

## 【出口戦略・研究成果の波及】

### ✓ 観測衛星を活用した市街地被害解析ガイドライン案を策定

⇒ 解析品質の確保が容易となり、さらに実用性の高い解析プロダクトの作成に寄与

⇒ 地方の拠点大学や研究機関との協同により、解析環境の多重化や地域密着型への移行に際して、統一した運用マニュアルとして参照

・ 地震による市街地被害情報を必要としている行政機関やインフラ企業等に広く普及  
⇒ （例）地震被災後の建築制限の根拠としての活用等

### 小型SAR衛星コンステレーションが活用可能となると、

✓ ガイドライン案は、小型SAR衛星が普及した際にも一部参照可能  
✓ 今後さらに、小型SAR衛星データに対応した被害解析システムのチューニングをすることにより、さらに迅速な市街地被害情報の提供が可能となる。



# 【テーマ⑧】市街地火災分野 [R5実績]

## 【テーマ⑧ 市街地火災分野における衛星データの活用】

### 【研究成果及び達成状況】

R5目標：衛星画像等に基づき広域火災の発生及び延焼リスクを検出・予測する技術の開発（BRL：4 TRL：4）

#### 1. 最終目標

自治体の消防部局や防災担当部局に対して、大規模火災発生時にリアルタイムの火災リスク情報を提供するシステムの開発

#### 2. 今年度の目標

- ① 衛星画像による火災の検出技術の確立
- ② 火災リスク予測技術のプロトタイプを開発。
- ③ 利用者のニーズの把握と有用性の実証（衛星による火災リスク情報プロダクトの業務上の必要スペックについて自治体と意見交換）

#### 3. 今年度の達成状況

計画されていた以下の内容について、着実に進捗。

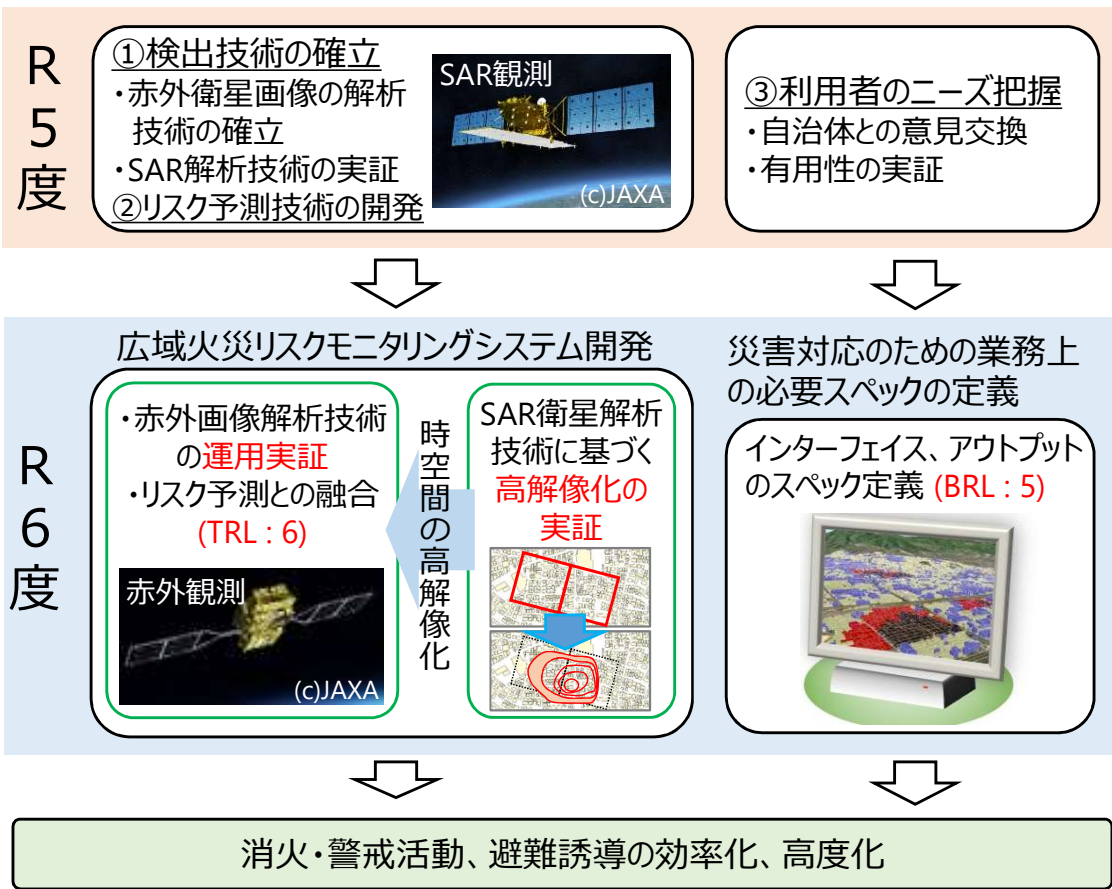
- ① 野焼きによる模擬火災を通じた技術の実証（R6.3.2）
- ② 過去の火災被害データからリスク予測モデルのプロトタイプを開発
- ③ 自治体との意見交換（東京消防庁、横浜市、岩手町ほか）



模擬火災を衛星観測（イメージ）



市町村との意見交換（イメージ）



### 【出口戦略・研究成果の波及】

- ・本技術開発の成果で、市町村は広域火災時に科学的根拠に基づき、市民の避難誘導が可能となり、多くの人命救助が実現。
- ・防災支援システムにかかる市町村の関心が高まることで、関連製品にかかる民間投資を誘発。
- ・今後小型SAR衛星のコンステレーションが実現することにより、本技術開発によるSAR衛星成果を基礎として、一層の実用化に向けた技術開発・実証研究が可能となる。



延焼予測に基づく避難誘導（イメージ） 23

# 【テーマ⑧】 広域火災リスクモニタリングシステム全体構成

