

国土交通省 中小企業イノベーション創出推進事業費補助金（SBIR）

技術分野：災害に屈しない国土づくり、広域的・戦略的なインフラマネジメントに向けた技術の開発・実証

テーマ4：次世代観測機器を用いた河川管理の 監視・観測の高度化に資する技術開発

プロジェクトリーダー 吉田 邦伸

国土交通省 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



テーマ内容

(1) 次世代観測機器を用いた洪水等の監視体制の充実及び強化

に関する技術開発・実証

- ・ 小型、低コスト（本体価格 4 千円/台以下）、長寿命（電池で稼働する場合は電池寿命最低 3 年以上）、高耐久化等機能向上した次世代浸水センサ等

(2) SAR衛星を用いた観測・監視体制に関する技術開発・実証

- ・ 小型SAR衛星コンステレーションや海外の衛星等の様々なSAR衛星画像を用いた浸水判読の自動化や解析時間の短縮化（2.5時間程度以下）を可能とする浸水把握技術の開発・高度化
- ・ SAR衛星画像（単画像）の高解像度化による土砂移動等の観測・判読、緊急調査の補填のための天然ダムの規模・形状の計測技術の開発等

背景

近年、毎年のように全国各地で自然災害が頻発

平成
27
～
29
年

平成27年9月関東・東北豪雨



①鬼怒川の堤防決壊による浸水被害
(茨城県常総市)

平成28年熊本地震



②土砂災害の状況
(熊本県南阿蘇村)

平成28年8月台風10号



③小本川の氾濫による浸水被害
(岩手県岩泉町)

平成29年7月九州北部豪雨



④桂川における浸水被害
(福岡県朝倉市)

平成
30
年

7月豪雨



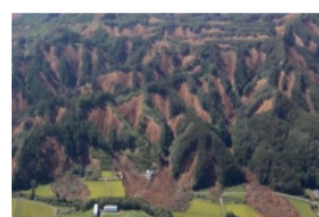
⑤小田川における浸水被害
(岡山県倉敷市)

台風第21号



⑥神戸港六甲アイランドにおける浸水被害
(兵庫県神戸市)

北海道胆振東部地震



⑦土砂災害の状況
(北海道勇払郡厚真町)

令和
元年

房総半島台風



⑧電柱・倒木倒壊の状況
(千葉県鴨川市)

東日本台風



⑨千曲川における浸水被害状況
(長野県長野市)

令和
2年

7月豪雨



⑩球磨川における浸水被害状況
(熊本県人吉市)





背景

「流域治水」の施策について

- 流域治水とは、気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化等を踏まえ、堤防の整備、ダム建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、集水域（雨水が河川に流入する地域）から氾濫域（河川等の氾濫により浸水が想定される地域）にわたる流域に関わるあらゆる関係者が協働して水災害対策を行う考え方です。
- 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、①氾濫をできるだけ防ぐ、減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。

①氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

雨水貯留機能の拡大

〔国・市・企業・住民〕

雨水貯留浸透施設の整備、
ため池等の治水利用

集水域

流水の貯留

〔国・県・市・利水者〕

治水ダムの建設・再生、
利水ダム等において貯留水を
事前に放流し洪水調節に活用

〔国・県・市〕

土地利用と一体となった遊水
機能の向上

河川区域

持続可能な河道の流下能力の維持・向上

〔国・県・市〕

河床掘削、引堤、砂防堰堤、
雨水排水施設等の整備

氾濫水を減らす

〔国・県〕

「粘り強い堤防」を目指した
堤防強化等

②被害対象を減少させるための対策

リスクの低いエリアへ誘導／

住まい方の工夫

〔国・市・企業・住民〕

土地利用規制、誘導、移転促進、
不動産取引時の水害リスク情報提供、
金融による誘導の検討

氾濫域

浸水範囲を減らす

〔国・県・市〕

二線堤の整備、
自然堤防の保全

③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

土地のリスク情報の充実

〔国・県〕

水害リスク情報の空白地帯解消、
多段階水害リスク情報を発信

避難体制を強化する

〔国・県・市〕

長期予測の技術開発、
リアルタイム浸水・決壊把握

経済被害の最小化

〔企業・住民〕

工場や建築物の浸水対策、
BCPの策定

住まい方の工夫

〔企業・住民〕

不動産取引時の水害リスク情報
提供、金融商品を通じた浸水対
策の促進

被災自治体の支援体制充実

〔国・企業〕

官民連携によるTEC-FORCEの
体制強化

氾濫水を早く排除する

〔国・県・市等〕

排水門等の整備、排水強化

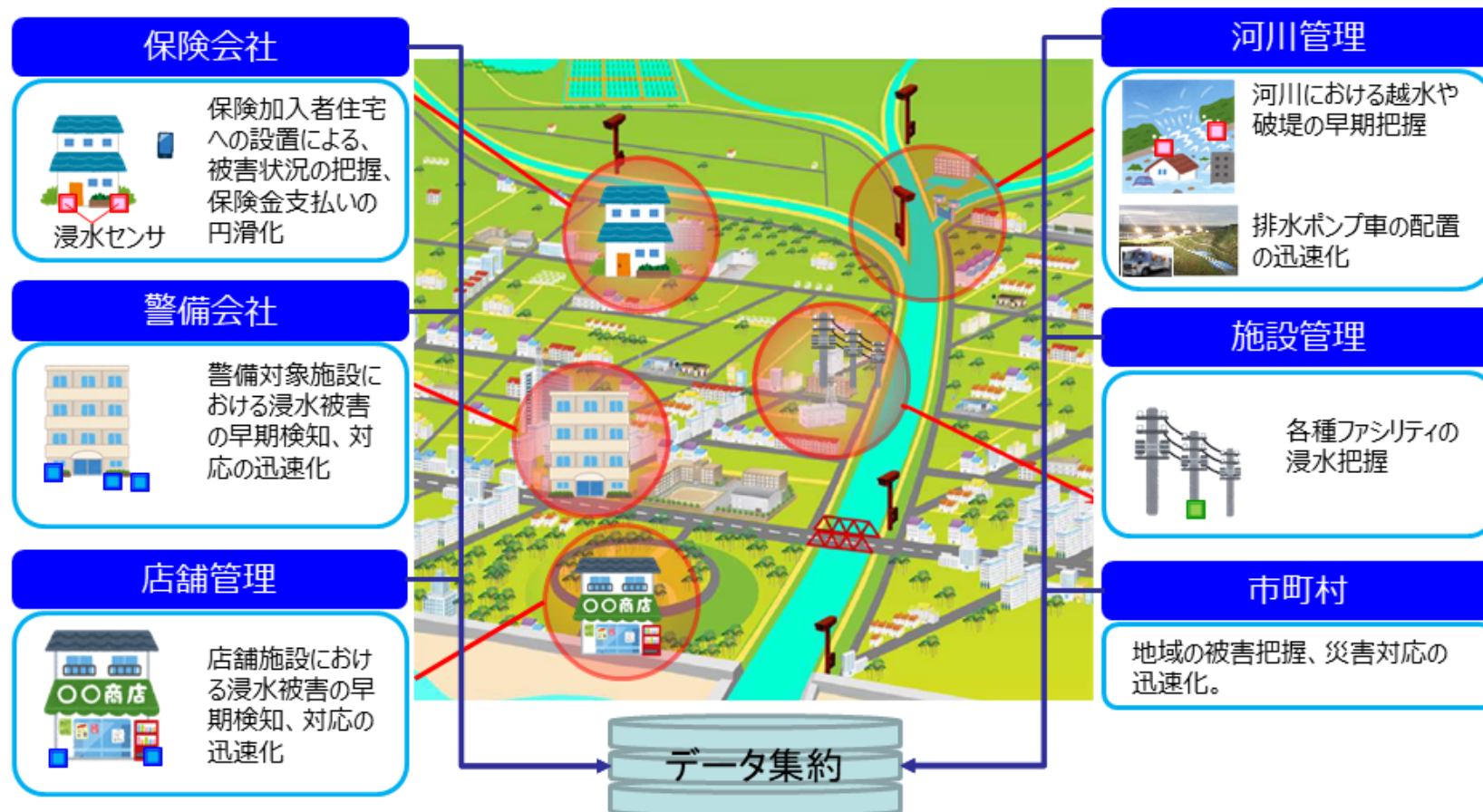




背景

次世代型浸水センサを用いた浸水情報の収集・把握

- 堤防の越水・決壊などの状況や、地域における浸水状況の速やかな把握のため、浸水センサを企業や地方自治体等との連携のもと設置し、情報を収集・共有する仕組みを構築



背景

衛星 SAR を用いた 浸水状況の把握

令和5年6月 豊川浸水状況(R5.6.2衛星浸水判読結果)

【機密性2】

作成日_作成担当課_用途_保存期間

- ①～④：衛星の情報から浸水発生を把握し、現地でも浸水発生を確認した箇所。霞堤であり自然排水される箇所。
- ⑤～⑥：衛星の情報から浸水発生を把握し、自治体からの排水ポンプ車を派遣要請によって、現地でも浸水発生を確認した箇所。
- ⑦：衛星の情報から浸水発生を把握し、翌朝からの排水ポンプ車配置に向けて、排水対象エリアや排水量算定等の配置計画を衛星の情報から検討した箇所。翌朝に現地での浸水状況を確認した上で、排水ポンプ車の派遣を実施。

JAXAのALOS-2を用いた浸水状況把握の実例



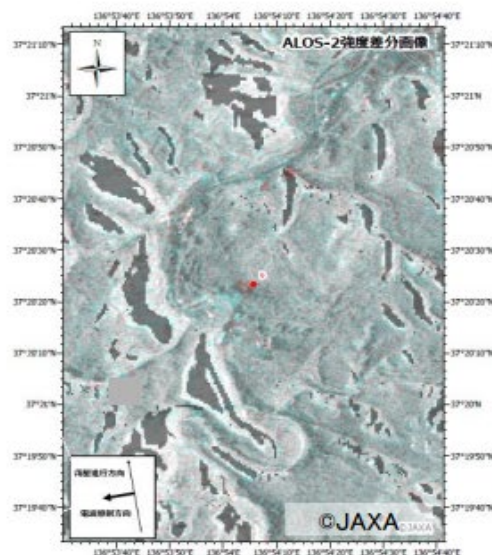
背景

衛星SARを用いた 土砂災害の把握

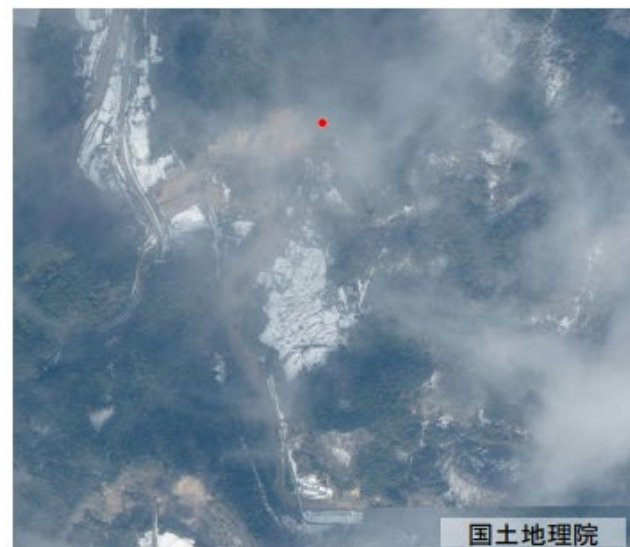
- 夜間でも観測可能な人工衛星画像(SAR画像)を撮影・解析し、土砂崩れのおそれのある箇所を抽出(JAXAと連携して実施)
- 土砂移動のおそれのある箇所を抽出し、ヘリ調査等へ活用



衛星観測範囲



河原田川(輪島市熊野町崩壊箇所)



● 衛星判読による土砂災害発生のあるとされた箇所

- ・ 緊急観測の要請(1月1日)
- ・ 土砂移動のおそれのある箇所の抽出(1月2日) → 土砂移動の恐れのある箇所をヘリ調査による確認

背景

(参考) 衛星SARについて

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

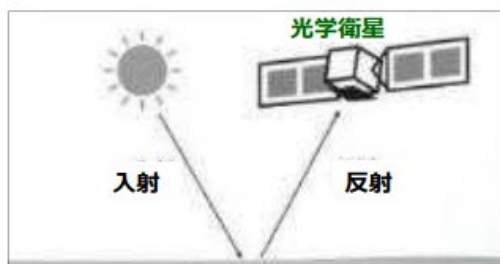
光学センサ

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）

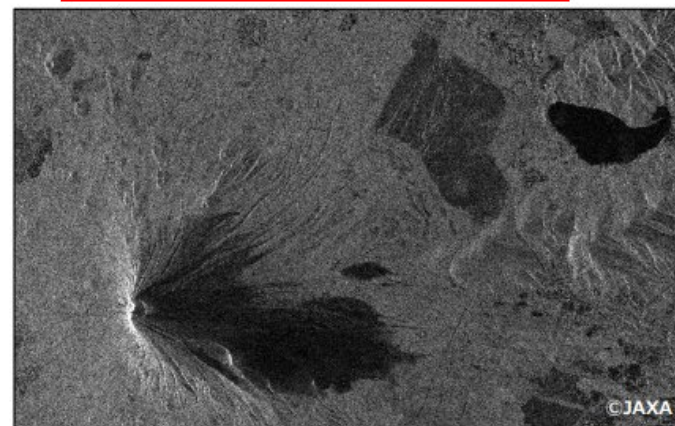
自ら電波（マイクロ波）を出し、その反射波（後方散乱）を観測

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



レーダセンサによる観測例（富士山周辺）

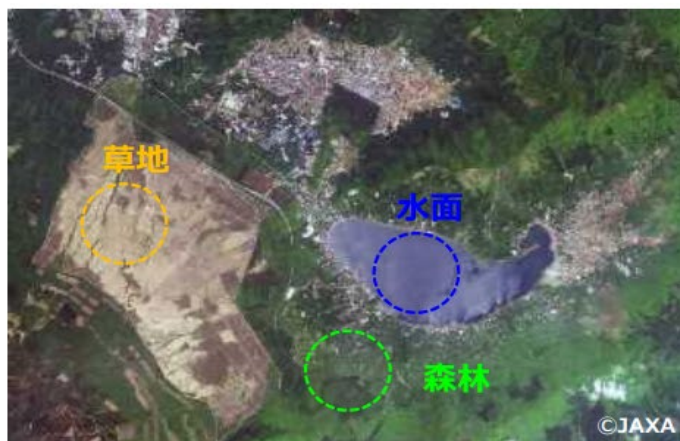
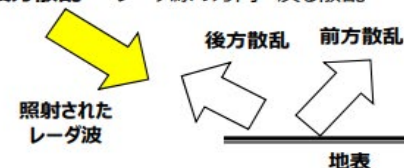
背景

(参考) 衛星SARについて

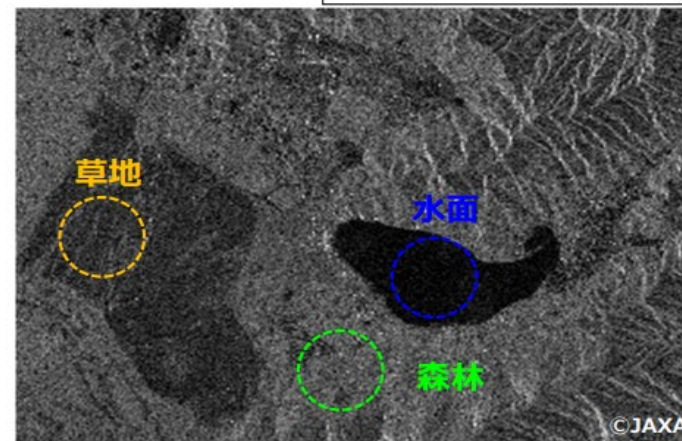
後方散乱強度解析・一時期単偏波観測

- レーダ波の後方散乱（反射波）を受信し、その強度を白黒で画像化
- 後方散乱強度（反射強度）の違いから、およその地形・地表被覆を把握

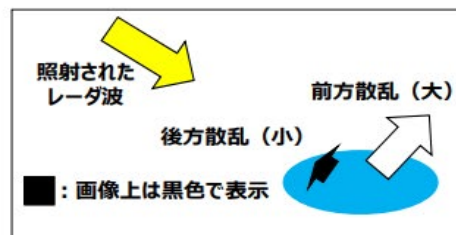
前方散乱・・・レーダ源と反対の方向への散乱
後方散乱・・・レーダ源の方向へ戻る散乱



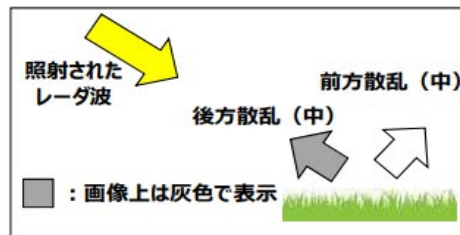
光学衛星画像



SAR衛星画像



水面の場合の見え方



草地の場合の見え方



森林の場合の見え方



背景

(参考) 衛星リモートセンシングの動向について

- 地球観測衛星の時間・空間・波長分解能が高まると同時に、ソリューション技術が発展する中、安全保障や防災・減災等、幅広いアプリケーション・サービスを実現。
- 我が国の多様な観測衛星の蓄積、スタートアップ等のエコシステムを活かし、新市場を形成する。

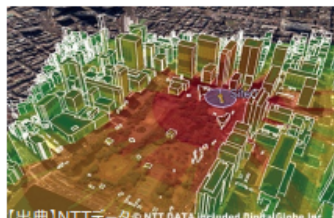
ニーズに即した情報を抽出するための複合的なトータルアナリシス技術

- 衛星観測データとドローンやIoTデータなど多様なデータとの組合せを可能に。
- 災害対応やインフラ監視、広域観要監視等への適用は自律性、新たな市場構築の観点から重要。



【出典】NASA/ESA

世界で衛星データを活用した機械学習・AI等の技術が発展



【出典】NTTデータ © NTT DATA, Inc. (DigitalGlobe, Inc.)
我が国は全世界デジタル3D地図サービスAW3Dを世界展開

時間情報を拡張するコンステレーション技術等

- 小型衛星コンステの登場で高頻度観測が可能となり、安全保障等の官需が商業化と市場拡大をけん引。
- アンカーテナンシーの追及とともに、更なる支援強化が必要。

(2023年12月宇宙事務局調べ)

光学 衛星	会社名	Axelspace (日本)	Planet (米国) (DOVE)	Planet (米国) (SKYSAT,Pelican)	Maxar (米国)
	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)	100機以上 (100機以上)	22機(32機)	4機(7機)
SAR 衛星	会社名	QPS(日本)	Synspective (日本)	ICEYE (フィンランド)	Capella (米国)
	分解能	0.46m	0.9 m	0.5 m	0.5m
	機数の実績 (目標)	3機(36機)	2機(30機)	31機(48機)	11機(36機)

コンステ運用機数は欧米企業が先行するが、我が国は小型衛星コンステスタートアップが複数存在、イメージングセンサやSARの高分解能技術等強み

重要な技術開発:

- ✓ リモセンデータ利活用による国土強靱化・地球規模課題への対応
- ✓ 防災分野等における社会実装検討
- ✓ モデル同化等解析技術、衛星データ数値情報化技術（APIでのデータ提供基盤構築等）、観測データ融合・複合解析技術による画像判読・変化検出、AI分析技術高度化
- ✓ 国際市場への展開も見据えた衛星データ利用システムの開発・実証

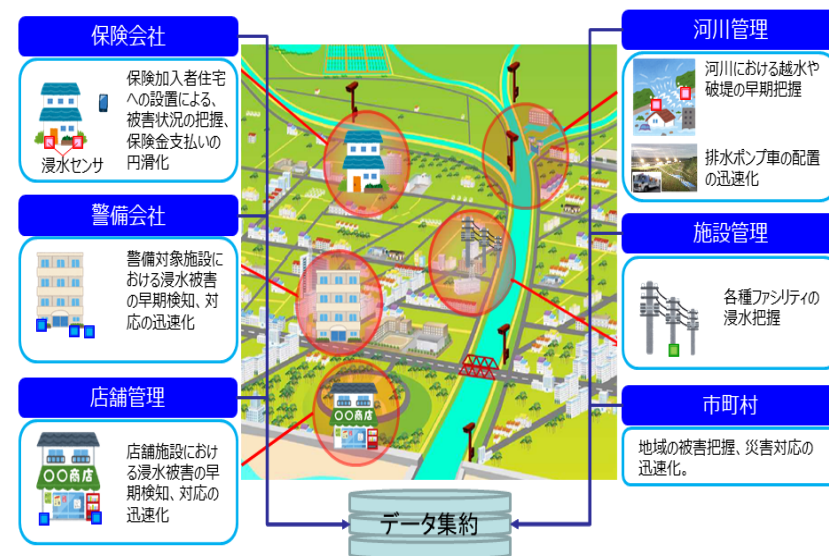
重要な技術開発:

- ✓ 光学・SAR等の民間衛星コンステレーションの構築・社会実装
- ✓ 要素技術等
- ✓ 静止軌道上の高分解能光学衛星の開発・社会実装、要素技術開発



背景

- 「流域治水」の展開に向け
堤防の越水・決壊などの状況や
地域における浸水状況の速やかな把握
に「浸水センサ」の普及促進が必要
- 普及促進のため、一層の低コスト化
及び安定供給の技術が必要

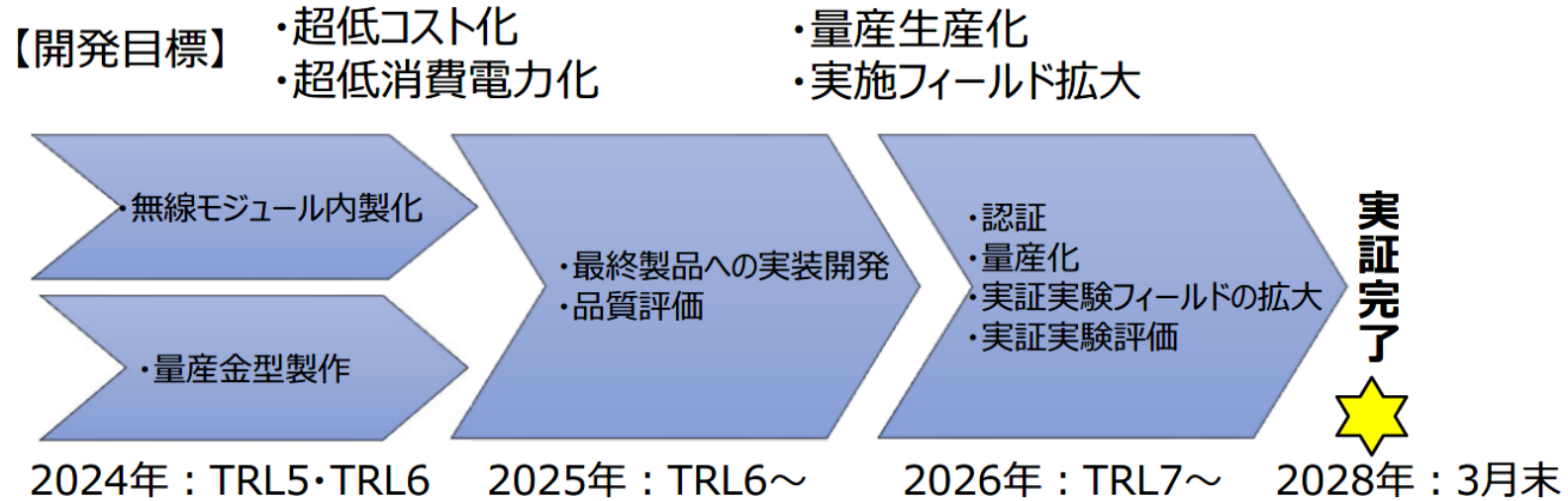


目指している目標と狙い

- 低消費電力・低コストな無線チップを採用したモジュールの内製化
及び、安定供給に向けた量産金型の製作
- 全国人口カバー率95%以上のSigfoxネットワークを活用し
簡易基地局の設置によるエリア外の利用実証も実施



社会実装に向けての開発スケジュール・目標



【成果イメージ】



【社会実装後の当面の目標】

- 国内の市場において、2026年度以降に累計1万台（2億7500円）以上の市場獲得を目指す。
- 海外の水害多発地域における浸水センサ導入を目指す。



背景

○気候変動の影響もあり、洪水・土砂災害が増える中、人工衛星データを活用し、迅速・安全に災害状況を把握するだけでなく、災害の発生を予測するための技術が必要。

【コア技術の概要】 Flood Assessment System using Physics-based AI (FASPAI)



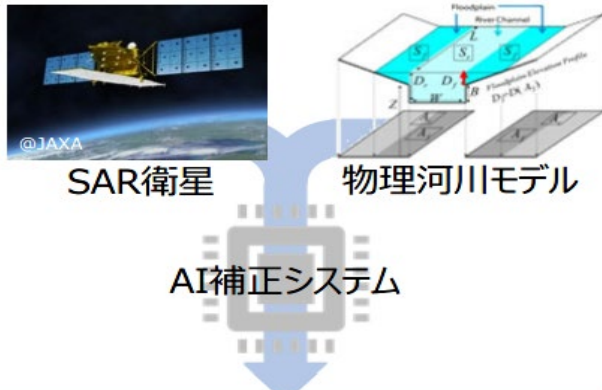
目指している目標と狙い

- 人工衛星データだけでなく、河川・陸面モデルを活用して災害を予測
 - 人工衛星データと物理モデルを学習したAIを開発
- 最終的に、洪水・土砂災害の予測・評価システムを開発



社会実装に向けての開発スケジュール・目標

- 【開発目標】
- ・衛星画像から浸水・土砂災害の把握・予測システムの開発
 - ・リアルタイムソリューション開発



洪水・土砂災害の予測

- ターゲットとしている洪水・土砂災害予測システムの市場は、市場全体の10%（市場規模2.05兆円，2020年時点）を想定。
- 事業終了後5年後を目処に、市場シェア0.3%を獲得することで採択金額の8.8倍（34.5億円）の売上を実現する目標。

テーマ 4 - (3)

SAR衛星データを活用した浸水・土砂災害支援システム構築

【衛星データサービス企画株式会社（代表）】
【株式会社QPS研究所（共同提案者）】
【株式会社ハイテックス（共同提案者）】

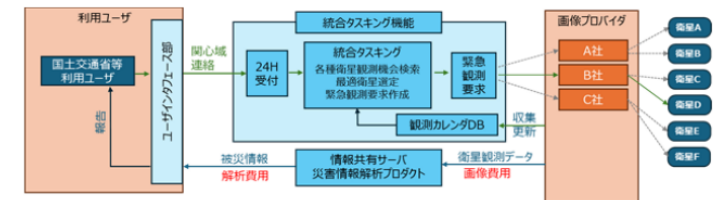


背景

○軌道上の様々な衛星に対し、大規模災害時に注文から解析までをワンストップで実施し、撮影後、最短で2.5時間以内に浸水・土砂災害の発生情報を提供するサービスが必要

【コア技術の概要】

発災時、最適な衛星を半自動で選定して、緊急撮像後、単画像・差分解析による浸水・土砂崩壊発生個所、および被害範囲を推定、その結果から災害対応に必要な情報を可視化して提供
実証予定箇所：災害発生個所



見たいエリアを最適な衛星で撮像するシステム

目指している目標と狙い

- 複数衛星を一つのシステムで依頼できる統合タスキングシステムを開発
- 衛星画像を依頼するだけで、可視化された解析情報を2.5時間以内に提供
- 国土基盤情報から浸水家屋数、浸水被害人口などの基礎情報に加え、被害エリアからDEM情報を活用した浸水深、湛水量を算定し、排水活動支援情報の提供サービスを開発

テーマ 4 - (3)

SAR衛星データを活用した浸水・土砂災害支援システム構築

【衛星データサービス企画株式会社（代表）】
【株式会社QPS研究所（共同提案者）】
【株式会社ハイテックス（共同提案者）】



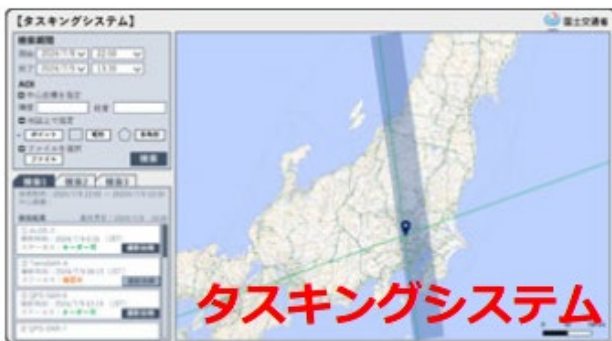
社会実装に向けての開発スケジュール・目標

- 【開発目標】
- ・複数衛星の統合タスキングシステムを構築
 - ・標準解析手法の開発
 - ・災害情報を撮影後、2.5時間以内での提供を実現
※SAR衛星が対象



【成果イメージ】

【社会実装後の当面の目標】



- 国内の災害情報市場（2031年：2.4億円）において、100%（2.4億円）の市場獲得を目指す。
- この技術の海外展開を2029年から実行し、5億円の売り上げ獲得を目指す。