

「提言 我が国の将来SAR観測の在り方」について

2026年1月27日

衛星地球観測コンソーシアム（CONSEO）

（光学・SAR観測WG: 主査 中須賀真一(東京大学)、副主査 外岡秀行(茨城大学)、
事務局 宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門）

- 2023年度より、CONSEO光学・SAR観測WG（主査：東京大学 中須賀教授、副主査：茨城大学 外岡教授）において、宇宙基本計画における「新たなレーダ観測衛星」に関する記載の観点(次頁参照)も踏まえ、我が国の将来のSAR観測のあり方について、複数のオプションを識別した上で政府に提言すべく、議論を進めてきた。
- 議論においては、複数年度に渡り、産学官のユーザが有するニーズ、アウトカム(新たなレーダ観測衛星による経済社会便益の評価結果を含む)、ニーズを満たすために必要な衛星システム(シーズ)、官民連携や国際連携の枠組み等、CONSEO会員や関連ステークホルダからの様々な観点でのインプットを踏まえ、検討を実施した。
- 政府での「新たなレーダ観測衛星」にかかる議論に資するインプットとして、CONSEO の光学・SAR観測WGで検討された、「新たなレーダ観測衛星」を含む、「我が国の将来SARミッションの在り方」に関する提案の概要を報告する。
- 本提案に示すオプション案を踏まえ、「新たなレーダ観測衛星」の実現に向けた政府における政策議論が加速されることを期待する。

- 1) 宇宙基本計画（令和5年6月13日閣議決定）
- 4. 宇宙政策に関する具体的アプローチ
- (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に向けた具体的アプローチ
- (b)リモートセンシング

【防災・減災、国土強靱化、地球規模課題への衛星開発・運用とデータ利活用促進】

また、ALOS-4 に続く、JAXA における新たな観測衛星の開発に当たっては、産学官による議論を踏まえつつ、宇宙技術戦略のローリングの中で、宇宙利用の将来像、自律性、我が国の技術的優位性を整理しながら検討していく。その際、欧州でプロジェクトメイキングの段階から民間の意見を取り入れステージゲート型の官民共同開発プログラムを実施している等の国内外の事例や、複数の衛星ミッションを統合的に利用する観点、社会実装や国際競争力強化に不可欠な予見性・継続性の確保の観点も踏まえながら、検討を実施していく。（内閣府、文部科学省、農林水産省、国土交通省等）

- 2) 宇宙基本計画工程表（令和7年12月23日 宇宙開発戦略本部第33回会合資料より）
- (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

年度	令和 5 年度 (2023年度)	令和 6 年度 (2024年度)	令和 7 年度 (2025年度)	令和 8 年度 (2026年度)	令和 9 年度 (2027年度)	令和 10年度 (2028年度)	令和 11年度 (2029年度)	令和 12年度 (2030年度)	令和 13年度 (2031年度)	令和 14年度 (2032年度)	令和 15年度 以降
シ	新たな合成開口レーダ観測衛星の開発の検討 [内閣府、文部科学省、農林水産省、国土交通省等]			検討を受けた取組の実施(打上げ時期未定) [内閣府、文部科学省、農林水産省、国土交通省等]							

光学・SAR観測WG「将来SARミッションの在り方」の検討

将来SARミッションの在り方について、利用ニーズや創出されるアウトカムも含め深掘り検討し、複数のオプションを政府にインプット

2025年10月
ニーズ、アウトカム、シーズ等の
インプット

2025年11月
官民連携枠組
み等のインプット

2025年12月
オプション案の
取りまとめ

2026年1月
CONSEO幹事会
に報告

事務局により
政府にインプット

FY2023
に収集したニーズ、オプション
検討結果

FY2024
に収集したニーズ、オプション
検討結果

防災ドリルにお
いて識別され
たニーズ

JAXA重点テーマに
おけるパートナー機
関等からのニーズ

JAXAにおける官民
連携に関するRFI
結果

将来SARミッションの在り方の検討におけるニーズ等の取り込み

【インプット】

ニーズ・アウトカム

- 重点テーマで創出する便益、必要とされる要求
- CONSEOで検討した将来SAR観測の利用像

シーズ

- JAXAや開発メーカ等で検討した左記ニーズを満たすためのシーズ(衛星システム)、研究開発要素等
- 将来を見通して必要となる可能性のある研究開発要素

推進枠組み

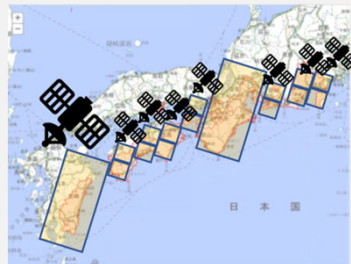
- JAXAで実施したRFIでの官民連携枠組み提案
- 国際連携枠組み案

民間・JAXA連携による「将来SAR観測の在り方」の複数オプションの検討

- レイヤ0: 「広域LバンドSAR衛星ミッション(新たなレーダ観測衛星)」の機数に関するオプション
- レイヤ1: 民間のX-SARコンステと連携する「広域LバンドSAR衛星ミッション(新たなレーダ観測衛星)」の衛星システムと対応するニーズ・アウトカムのオプション
- レイヤ2: レイヤ1の衛星システム開発利用における官民連携枠組みのオプション

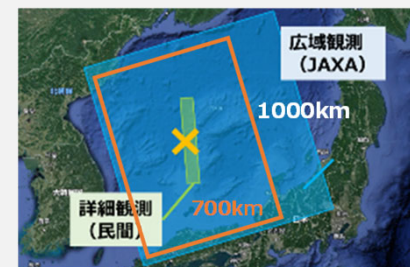
防災DX・国土強靱化

- 南海トラフ地震等の大規模地震や、激甚化する風水害(河川流域200km以上)に対して、広域観測衛星(群)とスポット的に迅速に高頻度観測が可能な小型衛星コンステを協調運用させ、**発災後、迅速に都市部、重要施設を被害把握、翌朝までに被害規模の全容や二次災害のリスクを把握。**
- **国土全体の3次元地盤変動を定常監視し火山噴火等の予兆を把握。**
- **地震後の広域の地盤変動の影響把握**により復旧・復興計画へ貢献。



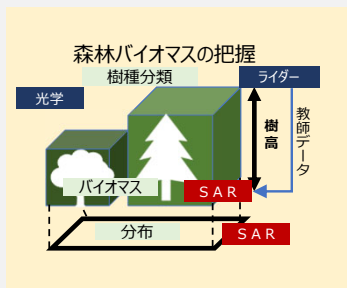
海洋状況把握(MDA)

- 海洋安全保障の確保に貢献する海洋状況把握(MDA)の能力を強化するため、我が国周辺海域やシーレーンにおいて、AISとの同時の広域SAR観測により**広域の船舶マッピングから要注意船舶を迅速に識別し、小型衛星コンステの協調運用により対象船舶の高頻度・詳細観測を実施し、オンボード処理等**を利用したタイムリーな情報提供を行う。



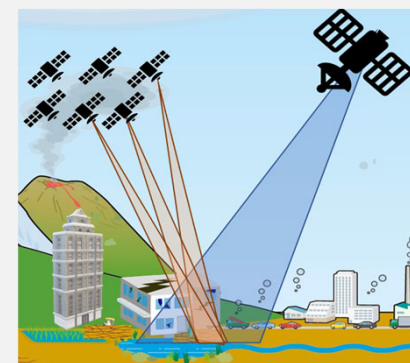
カーボンのクレジット

- 世界的な気候変動対策への貢献(グローバルストックテイクなど)とカーボンのクレジット市場の獲得のため、**森林バイオマスなどを高精度に推定、水田中干し/AWD (間断灌漑)などを観測。**



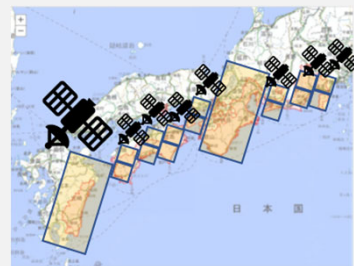
インフラDX

- 広域SAR観測により、都市部を含めた国土全域の定常的な東西、南北、上下の**全方位の3次元地盤変動計測**を行い、小型SARコンステによる高頻度な特定点の高頻度な計測を行うことにより、**現場測量・点検作業等の高精度化・効率化**を行う。
- 高分解能に高頻度観測が可能な小型SARコンステにより、インフラ等の変化を高頻度に監視し、各種産業のDXに貢献する。
- **これらの観測能力・ソリューションによるグローバルビジネスを展開。**



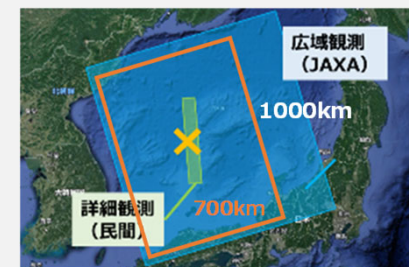
防災DX・国土強靱化

- 南海トラフ地震において、**発災後、迅速に都市部、重要施設を被害把握、翌朝までに被害規模の全容や二次災害のリスクを把握**することで、迅速な 重要ライフライン・インフラが、将来SAR観測によって従来より1日早く復旧できたと仮定する、**早期経済活動復旧による経済効果を104億円/年と想定**。
- また、**堰き止めダム湖の決壊、発災後の土砂崩れ等リスクの早期把握により、二次被害を削減し、より多くの人命を救うことが可能(定性的)**。



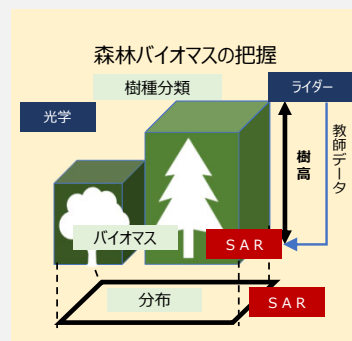
海洋状況把握(MDA)

- 我が国周辺海域やシーレーンにおいて、AISとの同時の広域SAR観測により**広域の船舶マッピングから要注意船舶を迅速に識別し、小型衛星コンステの協調運用により対象船舶の高頻度・詳細観測を実施することで、海洋安全保障の確保に貢献する海洋状況把握(MDA)の能力強化に貢献(定性的)**。
- また、**高頻度な違法漁船・密輸船等の不審船監視により、違法漁業による被害を削減する経済効果を52.9億円/年と想定**。



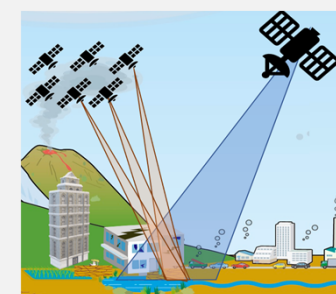
カーボンクレジット・スマート農林業

- **広域SAR観測により、炭素吸収量・排出量把握のための、森林バイオマスなどを高精度に推定することで、パリ協定の達成に向けたグローバルストックテイク(GST)に貢献する(定性的)**
- また、既存クレジット市場における取引ディスカウントを低減させ、**森林カーボンクレジットの価値向上による経済効果を43.8億円/年と想定**。さらに、新規クレジット創出による市場拡大にも貢献できる可能性有。



インフラDX

- 広域SAR観測により、都市部を含めた国土全域の定常的な東西、南北、上下の**全方位の3次元地盤変動計測**を行い、小型SARコンステによる特定点の高頻度な計測を行うことによる、国交省が所管する重要インフラにおける**現場測量・点検作業等の高精度化・効率化や特定点監視による定期点検の工数削減による経済効果を342億円/年と想定**。
- 特に経済波及効果が大きい**港湾における事故防止による被害削減と機会損失回避の経済効果を33億円/年と想定**。



※104億円+52.9億円+43.8億円+342億円+33億円=575.7億円/年
 ※本スライドは「主要事例」を示したものであり、網羅的な数値ではない。
 ※本項の試算はJAXAで実施した経済社会便益分析の結果による。

定量的な経済効果の多寡のみならず、定性的な国益上の価値(茶色)についても創出価値を評価することが重要

三次元地盤計測・広域観測等を行うLバンドSAR衛星と、特定点の高頻度観測を行う民間の小型XバンドSARコンステレーションが補完し合う、我が国独自の「SAR観測全体システム」

【主要な想定ユースケース】

● 防災DX

- 事前ベースマップの整備、発災後の広域被害把握
- 発災後の重要エリアの高頻度・迅速・高分解能観測
- 国土全体の3次元地盤変動を定常監視し火山噴火等の予兆を把握
- 地震後の広域の地盤変動の影響把握により復旧・復興計画へ貢献

● 海洋状況把握(MDA)

- AISと同時の広域観測による船舶マッピング・対象識別
- スマートタスキング（広域観測とスポット観測の連携）

● カーボנקレジット

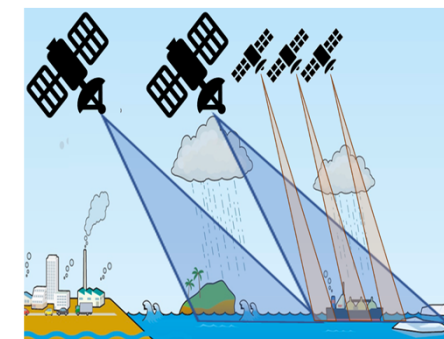
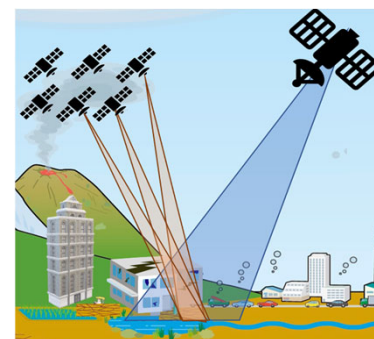
- 炭素吸収量・排出量把握のための、森林バイオマスなどの高精度な推定
➡ グローバルストックテイク(政府)やカーボנקレジット(民間ビジネス)に貢献

● インフラDX

- インフラの測量・点検高度化等のための高頻度な3D地盤変動計測
- インフラ等の高頻度な変化抽出

● その他、多様なニーズへの対応

- スマート農林業のための森林伐採監視や水稻等状況把握（作付け・水管理）
- 極域における海水等の観測など



政府の広域・高精度観測を行うLバンドSAR衛星と、特定点の高頻度観測を行う民間の小型SAR衛星コンステレーションが補完し合う我が国独自の「SAR観測全体システム」

民間主体の小型XバンドSARコンステレーション

- Xバンドによる特定領域の高頻度な詳細観測など
- QPS: 24機(FY2027)
0.46m x 0.46m, 7km x 7km幅
1.8m x 0.46m, 14km x 7km幅
- Synspective :
約30機以上 (FY2028以降)
0.25m, 10km幅以上

+

広域LバンドSAR衛星(群) (新たなレーダ観測衛星)

- 広域観測：防災DXやMDAにおけるタスキング対象の識別のため。
- 広域高頻度観測：インフラ監視、カーボנקレジットのため。
- Lバンドによる植生下やバイオマスの観測
- 高精度な3次元地盤変動観測

+

協調運用・統合解析

- 発災時、海洋状況把握等のための複数衛星の協調撮影運用(スマートタスキング)のためのシステム・仕組み
- 複数衛星のデータ共有、統合解析、分野ごとのアプリケーション、ユーザへの共有・利用促進の仕組み

+

海外衛星群

- 政府のLバンド広域観測とバータで海外の広域SAR観測衛星による災害緊急観測、海洋監視観測、バイオマス計測等における関心領域観測のバータを実現

政府における衛星データの利用拡大においては、**官民衛星の特性を生かした連携利用「コンビネーション利用」を推進する方針**が示されている。

宇宙基本計画工程表（令和7年12月23日 宇宙開発戦略本部第33回会合資料より）

7. 衛星開発・利用基盤の拡充①

2025年末までの取組状況（1）

【衛星データ（衛星リモートセンシングデータ・測位）の利用拡大と政府によるサービス調達の推進】

（中略）

- 2025年12月に「第4回衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース大臣会合」を開催し、令和6年度から3年間の「民間衛星の活用拡大期間」に関する今後の活動方針として、**官民衛星の特性を生かした連携利用「コンビネーション利用」を進めること**と、社会課題分野ごとに関係府省の連携を一層促進することを打ち出した。

（中略）

2026年以降の主な取組（1）

【衛星データ（衛星リモートセンシングデータ・測位）の利用拡大と政府によるサービス調達の推進】

（中略）

- 衛星リモートセンシングデータの活用を加速するための実証事業等を充実させ、社会実装につなげる。その際、本格的な政府のサービス調達に早期に繋がる又は他の自治体や民間活用へ波及効果の高い事業やテーマを戦略的に支援していく。

（中略）

- 「民間衛星の活用拡大期間」（令和8年度まで）について、**官民衛星の特性を生かした連携利用「コンビネーション利用」を進める**とともに、社会課題分野ごとに利活用にあたる関係府省の連携を促進する。安全保障や国土強靱化対策などの様々なリスクや社会課題に対し、官民が手を携え先手を打って行う戦略的な投資を促進する。

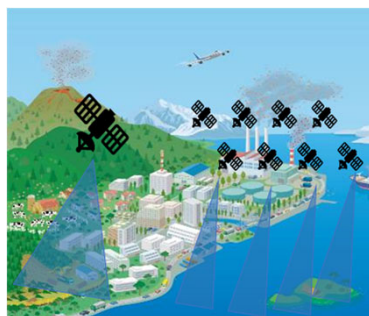
（中略）

オプション(1) 小型XバンドSARコンステのみ



- 小型X-SARコンステによる特定の観測対象の詳細観測、高頻度観測(被災状況、港湾における船舶、インフラ等)が可能。
- 広域L-SARによる広域な災害被害の全容把握、広域海洋監視、カーボンのクレジット(バイオマス推定等)、植生下の地盤変動監視等に対応できない。

オプション(2) 小型XバンドSARコンステ + 広域LバンドSAR衛星1機



- 小型X-SARコンステによる特定の観測対象の詳細観測、高頻度観測(被災状況、港湾における船舶、インフラ等)が可能。
- 広域L-SARによる広域な災害被害の全容把握、広域海洋監視、カーボンのクレジット(バイオマス推定等)、植生下の地盤変動監視等も可能。
- 小型X-SARコンステとL-SAR衛星の連携観測(災害状況把握、船舶監視等)が可能。
- L-SAR衛星が故障した場合、サービス継続が不可。事業の安定性に課題。

オプション(3) 小型XバンドSARコンステ + 広域・LバンドSAR衛星2機



- 小型X-SARコンステによる特定の観測対象の詳細観測、高頻度観測(被災状況、港湾における船舶、インフラ等)が可能。
- 広域L-SARによる広域な災害被害の全容把握、広域海洋監視、カーボンのクレジット(バイオマス推定等)、植生下の地盤変動監視等を、より高頻度、広域に実施可能。
- 小型X-SARコンステとL-SAR衛星の連携観測(災害状況把握、船舶監視等)が可能。
- L-SAR衛星1機が故障しても、残った1機でサービス継続可能で、安定した事業展開が可能。

※ 他と比べ優位な点、他と比べ特に優位な点、他と比べ特に劣後する点

オプション(1)では、ユーザから期待されているニーズへの対応が大幅に限定されてしまうため、オプション(2)及び(3)を前提とした検討を進めるべきである。

- 小型XバンドSARコンステと連携する広域LバンドSAR衛星(群)(広域観測、植生下の高精度地盤変動計測、森林バイオマス観測等を担う)については、以下の衛星システムがオプションとして考えられる。

オプションA): 重点テーマのニーズ対応や商業化に向けたR&Dにより高度化する次世代L-SAR衛星

オプションB): ALOS-4のリピート品

オプションC): 対応するニーズを限定し、機能性能を限定した目的特化型のL-SAR衛星(小型化、低コスト化の可能性)

オプションD): 小型L-SAR衛星コンステレーション

- 上記オプションC)については、ALOS-4が有する機能・性能に対して、限定しうる機能・性能は以下のとおり。

- 広域観測能力の限定(アンテナパネル数の削減、DBFの削除)→全ニーズに対して強みの広域観測性が損なわれる一方で、コスト削減効果は限定的。
- 観測モードの限定(Spotlight, Stripmap, ScanSAR)→共通のH/Wでいずれも対応できるため、コスト削減効果は限定的。
- 干渉SAR観測能力(高精度軌道制御)の削除→コスト削減効果は限定的。
- 観測領域・デューティの限定→電力系の削減につながるが、コスト削減効果は限定的。
- AISの同時観測能力の削除→一定のコスト削減の効果あり。MDAでニーズがあり、小型衛星への搭載や他の衛星データの活用も含め最適解を要検討。
- 防災・MDA等で用いる緊急観測能力(アジリティ)の削除→一定のコスト削減効果あり。
- 衛星データ中継能力の削除→一定のコスト削減効果あり。

- **検討の結果、限定によるコスト削減やサイズ削減等の効果に対し、設計変更に伴うコスト増や創出しうる便益の低下が大きく、本オプションC)は有効ではないと判断。**オプションの検討においては、C)は対象外とした。ただし、効果のある緊急観測能力、及び衛星データ中継能力の必要性については、オプションA)の今後の詳細検討において限定の要否を検討すべき。

- 上記オプションD)については、JAXAでのRFIの結果を踏まえ、**ALOS-4の定常運用終了時期に、重点テーマで求められるニーズに対応し、民間主体事業を成立させる形での実施オプションを見い出せなかったため、オプションとならないと判断。**

以上より、オプションA)及びB)を前提とした検討を進めるべきである。

レイヤ1に示した衛星システムの開発利用においては、JAXAで実施した官民連携に関する情報提供要請(RFI)の結果等を踏まえ、最終的に実現を目指す出口像が異なる以下の4つの官民連携枠組みのオプションが考えられる。

【オプション①】

民間主体L-SAR衛星事業 実現を目指した連携(ベース)

- 新たなレーダ観測衛星:民間出資を伴う次世代L-SAR衛星の開発・運用
- ALOS2・4: 民間移管し後期運用
- 出口:最終的に政府R&D予算に依存しない民主体の衛星開発利用事業(上記衛星による事業展開状況を踏まえ、民主体L-SAR衛星の開発着手判断)

【オプション②】

民間主体L-SAR衛星事業 実現を目指した連携(充実)

- 新たなレーダ観測衛星:民間出資を伴う次世代L-SAR衛星の開発・運用
- ALOS2・4: 民間移管し後期運用
- 民間主体でのALOS-4リピート品の開発・運用(基金/民間資金)
- 出口:最終的に政府R&D予算に依存しない民主体の衛星開発利用事業(上記衛星による事業展開状況を踏まえ、民主体L-SAR衛星の開発着手判断)

【オプション③】

政府予算+一部民間出資によるL-SAR PPP事業

- 新たなレーダ観測衛星:民間出資を伴う次世代L-SAR衛星の開発・運用
- ALOS2・4: 民間移管 or JAXAで後期運用
- 出口:政府予算+一部民間出資のPPPとして継続発展
※ALOS-3で想定していたモデル

【オプション④】

政府予算によるOpen&Freeの公共インフラとしてのL-SAR事業

- 新たなレーダ観測衛星:政府予算での次世代L-SAR衛星の開発・運用
- ALOS2・4: JAXAが後期運用
※上記衛星のデータを政府がOpen&Free提供し、民が事業展開
- 出口:政府予算で公共インフラとしてL-SARデータを無償提供
※欧州コペルニクスのモデル



※上記4オプションと下記オプションの掛け算

※十分な民間出資や政府アンカーテナントが事前にコミットされない場合には複数衛星の新規開発は困難と判断。

JAXAでの衛星開発運用の際 のサービス調達 or PFI実施

- 政府予算による衛星システム開発・打上げ、地上システム開発、衛星運用・データ配布などの全体 or 一部をJAXAからのサービス調達もしくはPFIとして実施する官民連携。

「我が国の将来SAR観測の在り方」に関するオプション案：まとめ

【レイヤ0:「広域LバンドSAR衛星ミッション(新たなレーダ観測衛星)」の機数に関するオプション】



✕ ※上記2オプションと下記2オプションの掛け算

【レイヤ1:「広域LバンドSAR衛星ミッション(新たなレーダ観測衛星)」の衛星システムのオプション】

オプションA): 重点テーマのニーズ
対応や商業化に向けたR&Dにより
高度化する次世代L-SAR衛星

オプションB): ALOS-4のレポート品

✕ ※上記2オプションと下記4オプションの掛け算

【レイヤ2:レイヤ1の衛星システム開発利用における官民連携枠組みのオプション】

【オプション①】
民間主体L-SAR衛星事業
実現を目指した連携(ベース)

【オプション②】
民間主体L-SAR衛星事業
実現を目指した連携(充実)

【オプション③】
政府予算+一部民間出資
によるL-SAR PPP事業

【オプション④】
政府予算によるOpen&Freeの
公共インフラとしてのL-SAR事業

[参考]

「我が国の将来SAR観測の在り方」に関するオプション案の比較【レイヤ0】

【レイヤ0:「広域LバンドSAR衛星ミッション(新たなレーダ観測衛星)」の機数に関するオプション】

	(1)小型XバンドSARコンステのみ	(2)小型XバンドSARコンステ +広域LバンドSAR衛星1機	(3)小型XバンドSARコンステ +広域・LバンドSAR衛星2機
防災DX	<ul style="list-style-type: none"> ・特定点の詳細被害把握が可能 (どこを撮影するかの特定点が困難) ・広域被害把握が困難 	<ul style="list-style-type: none"> ・広域被害把握+特定点被害把握が可能 (広域把握を用いた特定点の撮影箇所の指定などの観測連携が可能) ・翌日朝までに情報提供できない場合あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・より迅速・広域かつより確実に ・広域被害把握+特定点被害把握が可能 (広域把握を用いた特定点の撮影箇所の指定などの観測連携が可能)
海洋DX	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋監視に不可欠な広域観測できない (海外広域SARだけでは不足) ・港湾等の特定の監視のみ可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・広域観測+詳細観測が可能 (タスキング連携が可能) ・港湾等の特定点の監視が可能 ・翌日朝までに情報提供できない場合あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・より高頻度・広域かつより確実に(日本海全体やシーレーンの観測能力が向上) ・広域観測+詳細観測が可能(タスキング連携が可能) ・港湾等の特定点の監視が可能。
カーボンクレジット	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマスの高精度推定、水田中干・AWD状況の観測が困難 (小型SARの一部活用のみ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・広域にバイオマスの高精度推定が可能 ・水田中干し・AWD(間断灌漑)状況観測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・より高頻度・広域に バイオマスの高精度推定や水田中干し・AWD(間断灌漑)状況観測可能
インフラDX	<ul style="list-style-type: none"> ・特定インフラの監視が可能(小型衛星による干渉技術の獲得・高度化が必要) (国土全体管理は不可) ・堤防など植生下のインフラ監視ができない 	<ul style="list-style-type: none"> ・特定インフラの監視+国土全体、グローバル広域の3次元地盤変動監視が可能(*2) ・堤防、道路脇の盛土など植生下のインフラ監視が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・特定インフラの監視+より高頻度・広域観測 ・国土全体、グローバルの3次元地盤変動監視が可能(*2) ・堤防、道路脇の盛土など植生下のインフラ監視が可能
冗長性・継続性	<ul style="list-style-type: none"> ・小型SAR冗長性有 ・広域SAR無 ・広域SAR継続性無(独自アーカイブの価値を活かせない) 	<ul style="list-style-type: none"> ・小型SAR冗長性有 ・広域SAR冗長性無(故障によりサービス提供不可となる) ・広域SAR継続性有(独自アーカイブを活かした事業可能) 	<ul style="list-style-type: none"> ・小型SAR冗長性有 ・広域SAR冗長性有(安定したサービス提供・事業展開が可能) ・広域SAR継続性有(独自アーカイブを活かした事業可能)
コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・広域LバンドSAR衛星の予算必要なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・広域LバンドSAR衛星1機の予算必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・広域LバンドSAR衛星2機の予算必要

※1 他と比べ優位な点、他と比べ特に優位な点、他と比べ特に劣後する点

※2 レイヤ1でオプションA)(高度化)の場合は3次元、オプションB)(リポート)の場合は東西のみ

「我が国の将来SAR観測の在り方」に関するオプション案の比較【レイヤ1】

【レイヤ1:「広域LバンドSAR衛星ミッション(新たなレーダ観測衛星)」の衛星システムのオプション】

	オプションA): 重点テーマのニーズ対応や商業化に向けたR&Dにより高度化する次世代L-SAR衛星	オプションB): ALOS-4のリピート品
分解能・観測幅	分解能：同右、 観測幅：ニーズに応じて向上する可能性を検討	3m・200km(Stripmap)、25m・700km(ScanSAR)
観測周波数	Lバンド	
観測デューティー	右記と同等(要検討)	30分/周回
衛星間データ通信	必要性について要検討	
緊急観測能力	必要性について要検討（含むAIなどの活用したシステム高度化）	有
AIS同時観測能力	より検出率を高めた新型衛星搭載AISの搭載を検討	DBFで混信域でも検出率の高いSPAISE3の搭載を検討
偏波観測能力	4 偏波観測→カーボンクレジット(高精度森林バイオマスなど)の観測が可能	定常観測は2 偏波のみ
干渉SAR能力 (地盤変動計測能力)	スクイント観測により南北方向も可能 →東西観測と組み合わせ3次元計測が可能	東西方向のみ
バースティック観測能力	ALOS-4と組み合わせ、2機による実証に取り組む →森林や雪氷の3次元構造、船舶の移動情報を観測可能	なし
衛星バス	将来的な開発期間の短縮・低コスト化につながる 共通バスプラットフォームを新規開発	ALOS-4と同等
地上システム	ニーズに応じ、処理高速化、タスキング連携等の機能を付加	ALOS-4と同等
研究開発リスク	研究開発リスクは存在するが、実現可能な高度化要素	なし
開発コスト・運用コスト・スケジュール	開発コスト： ALOS-4総開発費に物価上昇・人件費上昇等の影響を考慮した金額(検討中) 運用コスト:ALOS-4同等額(+民間活力活用による低減) スケジュール：5年程度(検討中)	開発コスト： ALOS-4総開発費に物価上昇・人件費上昇分を加えた金額からリピート開発による効率化分を削減したコスト(検討中) 運用コスト:ALOS-4同等額(+民間活力活用による低減) スケジュール： 4～5年程度(検討中)

※他と比べ優位な点、他と比べ特に劣後する点

「我が国の将来SAR観測の在り方」に関するオプション案の比較【レイヤ2】(1/2)

【レイヤ2:レイヤ1の衛星システム開発利用における官民連携枠組みのオプション】

	①民間主体L-SAR衛星事業 実現を目指した連携(ベース)	②民間主体L-SAR衛星事業 実現を目指した連携(充実)	③政府予算+一部民間出資 によるL-SAR PPP事業	④政府予算によるOpen&Freeの 公共インフラとしてのL-SAR事業
最終的な出口	政府R&D予算に依存しない 民主体の衛星開発利用事業	政府R&D予算に依存しない 民主体の衛星開発利用事業	政府予算+一部民間出資の PPPとして継続発展	政府予算によるOpen&Freeの 公共インフラとしてのL-SAR事業
実現手段	①ALOS-2・4の民間移管+ ②民間出資を伴う次世代 L-SAR衛星の開発・運用	①ALOS-4リピータ(基金/民間 資金)+②民間出資を伴う次 世代L-SAR衛星の開発・運用	①ALOS-2・4+ ②民間出資を伴う次世代 L-SAR衛星の開発・運用	①ALOS-2・4+ ②政府予算での次世代 L-SAR衛星の開発・運用
民間の活力活用 (*1)	<ul style="list-style-type: none"> ・A2・4民間移管による事業 ・次世代L-SARの一部負担 (地上システム開発・運用費等) ・民間主体の将来L-SARの開 発・運用(橋渡し) 	<ul style="list-style-type: none"> ・A2・4民間移管による事業 ・次世代L-SARの一部負担 (地上システム開発・運用費等) ・民間主体の将来L-SARの開 発・運用(橋渡し) 	<ul style="list-style-type: none"> ・次世代L-SARの一部負担 (地上システム開発・運用費等) ・将来L-SARの一部負担 (地上システム開発・運用費等) 	・なし
開発・運用費等の コスト低減	・民間主体事業による衛星開 発費・運用費等の低減	・民間主体事業による衛星開 発費・運用費等の低減	・民間主体事業による地上シス テム開発・運用費等の低減	・政府主体事業となるため、コスト 低減のインセンティブが働きにくい
インフラとしての 安定性	<ul style="list-style-type: none"> ・民間事業の持続性に依存 ・2機体制の利用をする場合、 ALOS-4の寿命が課題 (早期の民間主体L-SARに よる2機目の打上げを目指す) 	<ul style="list-style-type: none"> ・民間事業の持続性に依存 ・新規衛星2機体制(ALOS- 4リピータ+次世代L-SAR) で利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・公共インフラとして政策主導で 安定的なサービス提供が可能 ・2機体制の利用をする場合、 ALOS-4の寿命が課題 	<ul style="list-style-type: none"> ・公共インフラとして政策主導で 安定的なサービス提供が可能 ・2機体制の利用をする場合、 ALOS-4の寿命が課題

(*1) 財務省財政制度審議会 財政制度分科会(令和7年11月11日)において、「民間事業者による研究開発、事業化等が可能な分野については、民間事業者主導の研究開発、事業化等にシフトさせ、宇宙サービスの政府調達も念頭においた民間事業者の育成支援といった手法も戦略的に活用すべき」と財務省資料で提示されている。

※他と比べ優位な点、他と比べ特に優位な点、他と比べ特に劣後する点

「我が国の将来SAR観測の在り方」に関するオプション案の比較【レイヤ2】(2/2)

【レイヤ2:レイヤ1の衛星システム開発利用における官民連携枠組みのオプション】

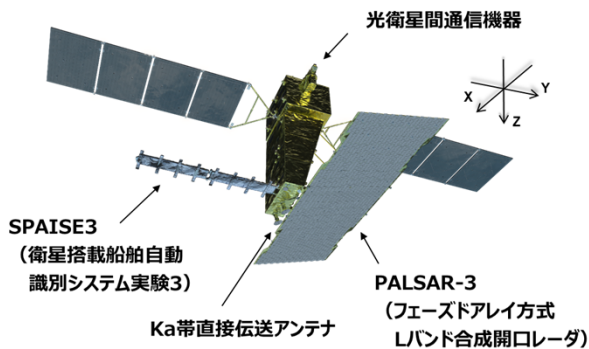
	①民間主体L-SAR衛星事業実現を目指した連携(ベース)	②民間主体L-SAR衛星事業実現を目指した連携(充実)	③政府予算+一部民間出資によるL-SAR PPP事業	④政府予算によるOpen&Freeの公共インフラとしてのL-SAR事業
創出する衛星開発利用ビジネス	<ul style="list-style-type: none"> 民間主体でのL-SAR衛星開発利用事業の実現→事業成立のため少なくとも100～200億円/年規模の売上創出 	<ul style="list-style-type: none"> 民間主体でのL-SAR衛星開発利用事業の実現→事業成立のため少なくとも100～200億円/年規模の売上創出 	<ul style="list-style-type: none"> 民間主体でのL-SAR衛星開発利用事業の実現→民間出資実現のため少なくとも数十億円/年規模の売上創出 	<ul style="list-style-type: none"> 民間側での衛星開発運用への出資を回収するための事業開発インセンティブは無い。 他方、無償データによる①～③よりも多様な領域でのビジネス利用が広がる可能性
データ利用の広がり	<ul style="list-style-type: none"> 事業性のある用途中心 政府ニーズは事業として対応 用途に応じ、一部無償データ提供を含むプレミアムモデルによる利用拡大も検討 	<ul style="list-style-type: none"> 事業性のある用途中心 政府ニーズは事業として対応 用途に応じ、一部無償データ提供を含むプレミアムモデルによる利用拡大も検討 	<ul style="list-style-type: none"> 政府ニーズと民間事業にバランスよく対応。 用途に応じ、一部無償データ提供を含むプレミアムモデルや政府買い上げによる低価格提供等による利用拡大も検討 	<ul style="list-style-type: none"> Open&Freeのため様々な用途で活用が拡大する可能性(Landsatの例ではOpen&Free提供によりダウンロード数が有償時の数万シーン/年から数百万シーン/年に拡大)
創出する経済社会便益	<ul style="list-style-type: none"> 主要なユースケースのみで、約600億円/年以上(*)の経済社会便益を創出。加えて、人命救助や海洋安全保障の確保など定性的な便益創出にも貢献。 	<ul style="list-style-type: none"> 主要なユースケースのみで、約600億円/年以上(*)の経済社会便益を創出。加えて、人命救助や海洋安全保障の確保など定性的な便益創出にも貢献。 	<ul style="list-style-type: none"> 主要なユースケースのみで、約600億円/年以上(*)の経済社会便益を創出。加えて、人命救助や海洋安全保障の確保など定性的な便益創出にも貢献。 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の主要なケースによる約600億円/年以上(*)の経済社会便益に加え、様々な用途での便益が大きく創出される。(コペルニクスの事例ではO&Fにすることでユーザが有償に比べ97%増加し、便益は有償に比べ倍増すると推定)
実現に向けた課題	<ul style="list-style-type: none"> 事業成立性や費用対効果の精査が必要(民間負担が大きく挑戦的) 	<ul style="list-style-type: none"> 事業成立性や費用対効果の精査が必要(民間負担が最も大きく挑戦的) 	<ul style="list-style-type: none"> 事業成立性や費用対効果の精査が必要(民間負担を状況に応じて設定可能) 	<ul style="list-style-type: none"> 費用対効果の精査が必要(将来含め政府予算前提のため、最も大きな効果を示す必要がある)

※他と比べ優位な点、他と比べ特に優位な点、他と比べ特に劣後する点

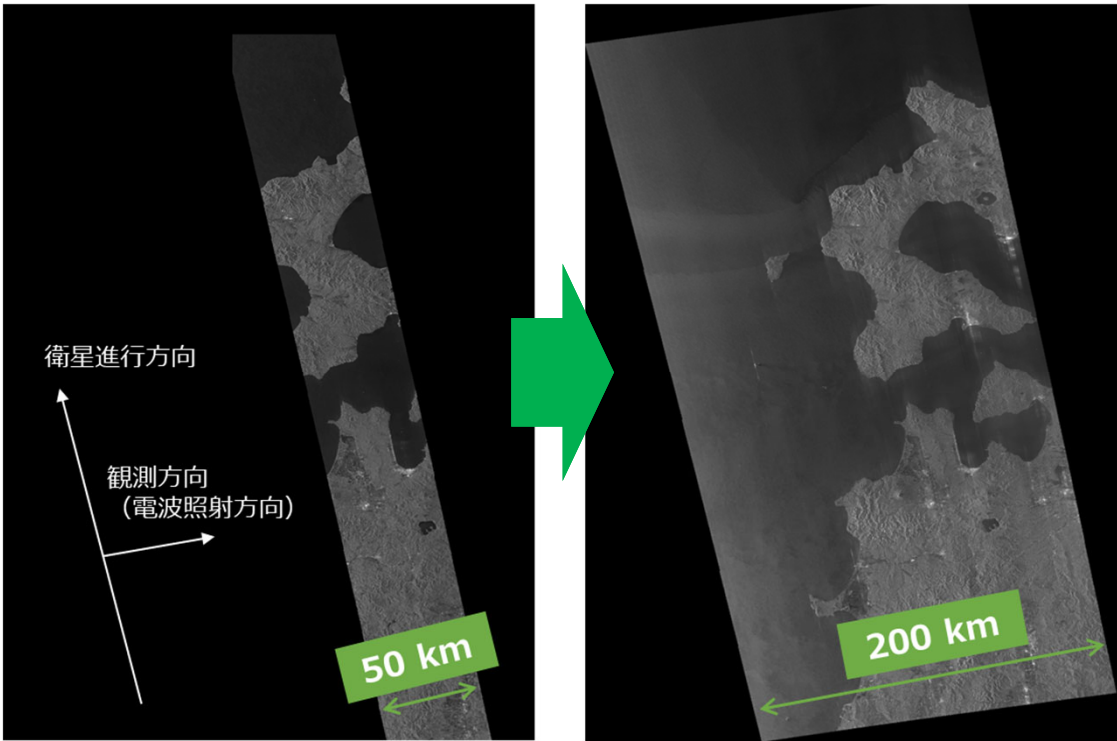
※レイヤ0:オプション(2)(L-SAR1機)、レイヤ1:オプションA)(次世代L-SAR)の場合

ALOS-4ミッションと衛星仕様

- ◆「だいち4号」(ALOS-4)は、Lバンド合成開口レーダ（SAR）による広域・高頻度での観測により、災害状況把握、国土強靱化、海洋状況把握、地球規模課題対応へ貢献することを目的とした地球観測衛星。
- ◆ 世界初の軌道上実証となるデジタルビームフォーミングSAR（DBF-SAR）技術により、観測幅を従来の4倍（200 km）に拡大し、日本全土を2週間に1回程度の頻度で観測。



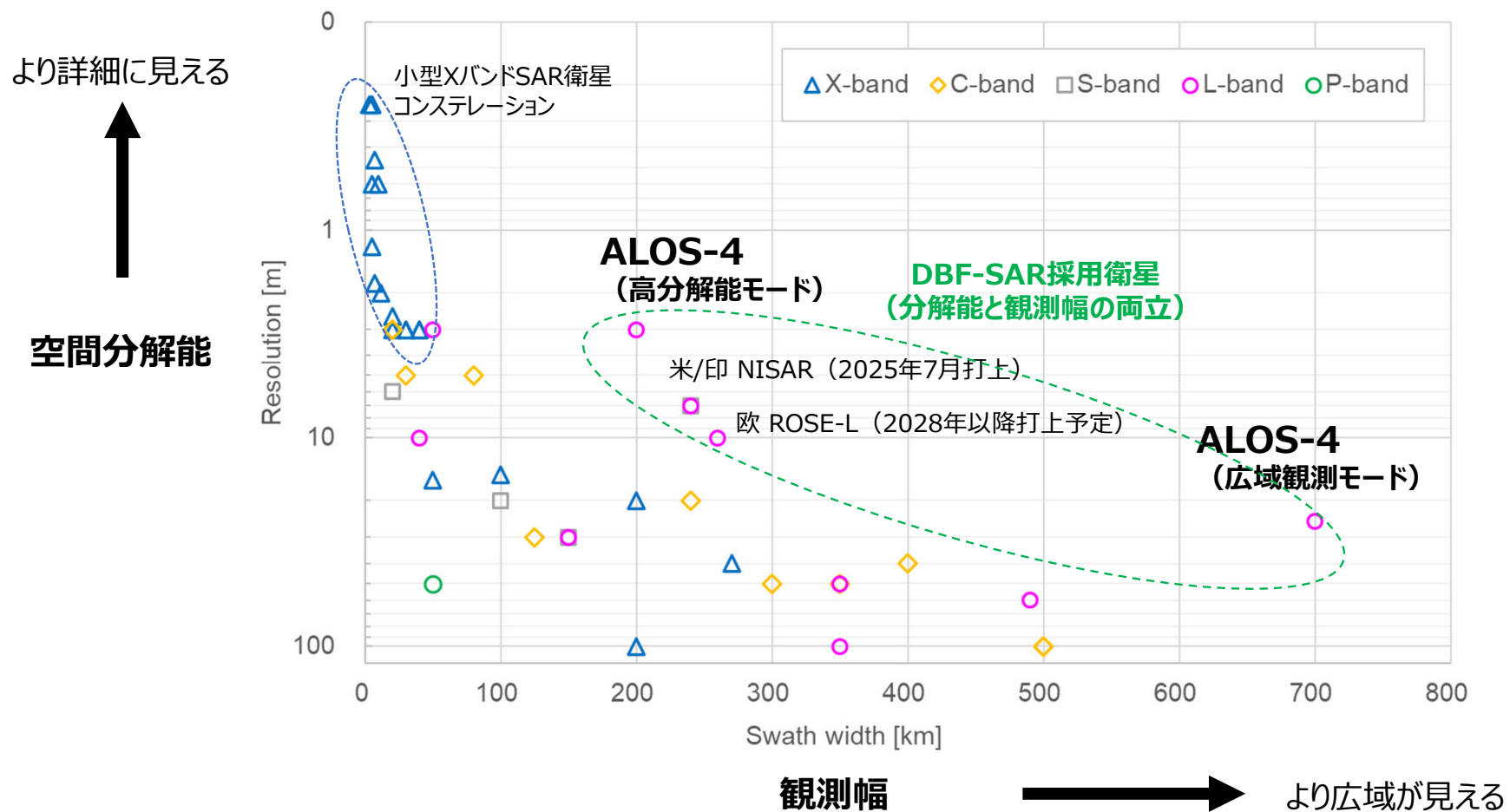
日本（東北～北海道）高分解能3 m観測モード
 だいち2号（ALOS-2） だいち4号（ALOS-4）



設計寿命		7年
ミッション機器		PALSAR-3、SPAISE3
寸法(X, Y, Z)		10.0 m × 20.0 m × 6.4 m
質量		約3トン
データ伝送		直接伝送 (Ka帯 3.6 Gbps) 光データ中継衛星経由 (1.8 Gbps)
軌道	軌道種別	太陽同期準回帰軌道
	高度	628 km
	地方太陽時	12時（降交点） / 24時（昇交点）
	回帰日数	14日

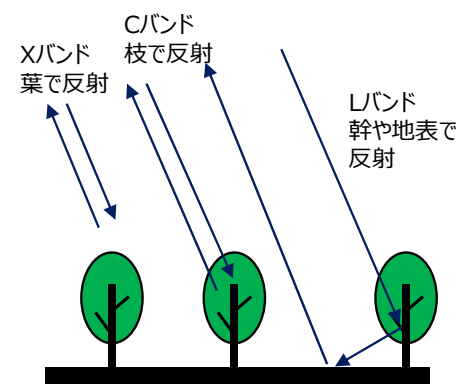
SAR衛星の観測性能ベンチマーク

合成開口レーダ（SAR）衛星の空間分解能と観測幅に関するベンチマーク



SARが用いる電波の周波数帯による違い

	Xバンド (周波数 約 9 GHz = 波長 約 3 cm)	Lバンド (周波数 約 1 GHz = 波長 約 24 cm)
システムサイズ	電波の波長が短いため、アンテナを小さくすることができ、衛星を小型化できる。	電波の波長が長いため、利用可能な画質を得るためにはアンテナサイズを大きくする必要があり、衛星が大型化する。
空間分解能	電波法で使用可能な周波数帯域が広いから、1m以下の超高分解能で観測できる。	電波法で使用可能な周波数帯域の制約から、空間分解能は3mが限界。
観測対象	電波の波長が短いため、電波は主に物体の表面から散乱される。この特徴と超高分解能を活かした、地物の変化検出や識別に強み。	電波の波長が長いため、電波が植生を一部透過して地盤面を観測できる。地殻・地盤変動の計測に適しており、特に植生の多い日本や東南アジアなどの地域で有用。 植生内部や地面からの散乱情報を活用して、森林の3次元構造/バイオマス（炭素量）、水田の中干し状況（湛水）、土壌水分量や灌漑状況などの把握に強み。



広域LバンドSAR衛星と民間XバンドSARコンステレーションの能力の違いは以下の通り。

Synspective: 2028年以降に30機超
QPS: 2028年に24機、最終的に36機

広域LバンドSAR衛星	民間XバンドSARコンステレーション
<ul style="list-style-type: none"> ・ 広域観測能力(3m分解能 x 200km幅～25m分解能 x 700km幅、最大30分/周回の領域) ・ 国土全体の高頻度観測能力(1回/2週間/機)、大容量のデータ取得が可能 ・ Lバンド: 植生域・森林域の観測に有効、森林のバイオマス量推定能力 ・ 高精度な地盤変動計測能力(高精度な軌道制御能力など) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細観測能力(25cm分解能 x 10km幅～数m x 数10km幅 x 最大数10kmの領域) ・ 特定領域の高頻度観測能力、データ取得量は限定的(数十枚/日/機) ・ Xバンド: 非植生域(都市部等)の観測に有効 ・ 非植生域の地盤変動計測能力(今後の軌道制御能力などの高度化が必要)

広域L-SAR衛星が整備されない場合、以下に示す通り重点テーマ等における主要な便益の創出が困難となる。

防災DX

- 被災地域が広域にまたがる地震や風水害(河川流域200km以上)に対して、広域観測衛星による広域被害把握ができなくなり、**翌朝までの被害規模の全容把握や、二次災害リスクの把握が不可**。X-SARコンステによる特定領域の限定的な被害把握しかできなくなる。
- **国土全体の地盤変動を定常監視できず、火山噴火等の予兆把握が不可**。
- **地震後の広域の地盤変動影響把握が不可**。復旧・復興計画へ貢献できず。

海洋状況把握(MDA)

- 我が国周辺海域やシーレーンにおいて、AISとの同時の広域SAR観測による**広域の船舶動静把握や要注意船舶の識別が不可**。
- 識別した観測対象の位置情報を観測領域の狭い小型衛星コンステに対して提供できなくなり、**外洋における対象船舶の詳細観測が困難に**。
- なお、広域観測可能な衛星として電波収集衛星があるが、混信域では観測が困難。SARは詳細に船影情報の観測が可能で完全な代替は困難。

カーボンクレジット

- 森林バイオマスなどの高精度な推定や、水田中干し・AWD(間断灌漑)の**観測が不可**となり、カーボンクレジット市場の獲得や世界的な気候変動対策への貢献(グローバルストックテイクなど)などの便益創出が困難となる。

インフラDX

- 広域SAR観測による、植生域も含む国土全域を対象としたインフラや地盤の定常的な東西、南北、上下の**全方位の3次元地盤変動計測が不可**となり、現場測量・点検作業等の高精度化・効率化などの便益創出が不可。
- 海外のパイプラインなどの広域のインフラ監視や植生域のインフラ監視が不可となり、グローバルビジネス展開も限定的に。小型SARコンステによる都市部等の高頻度な計測による非植生域のインフラ監視ソリューションのみ展開可能。

【発災後の複数衛星の連携による被災状況把握】



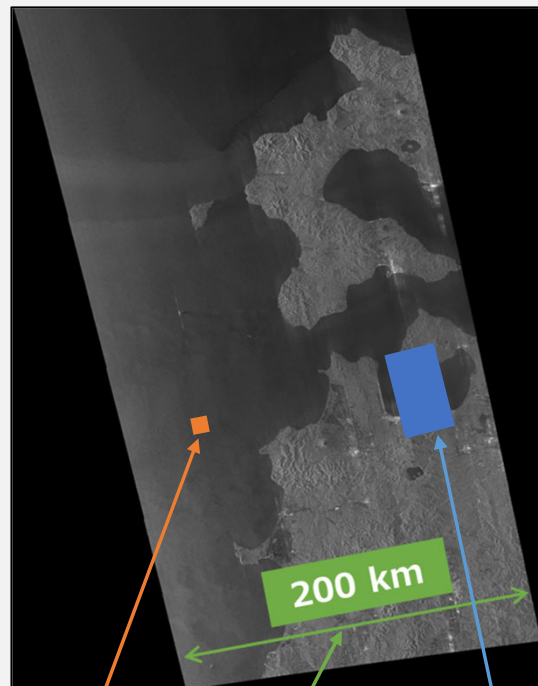
※SAR衛星は夜間でも雲があっても被災地の撮像が可能

【CONSEO防災ドリルで設定された役割分担】

- **広域観測SAR衛星(分解能:1m以上):**
→被災域全域の被害状況把握等
※限られたリソースを有効活用するための災害対策の地域ごとの優先度等の判断に重要
- **中分解能小型光学・SAR衛星(分解能:1m以上)**
地震による土砂移動(道路閉塞、稼働閉塞)、津波による浸水域・長期浸水域等を観測。
- **高分解能小型光学・SAR衛星(分解能:1m未満)**
広域防災拠点、空港、港湾、原発の被害状況(健全性)の把握等を行う。

被災地域が広域にまたがる大規模な地震や風水害(河川流域200km以上)に対しては、小型SAR衛星の1機あたりの観測領域は狭く、数十機の観測網が構築されても、**広域被害の全容把握と、特定領域の詳細観測の両立は困難**(右上図)。広域SAR衛星が無ければ、翌朝までの被害規模の全容把握や、二次災害リスクの迅速な把握が不可となる。

【SAR衛星による観測幅の違い】



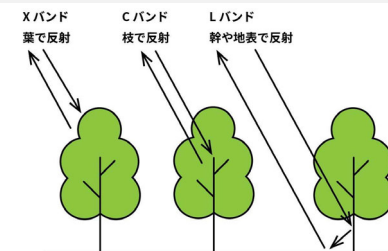
小型SAR衛星の高分解能観測モード(分解能1m以下)の1シーン(10km x 10km程度)

広域SAR衛星(ALOS-4)の分解能3mでの観測幅

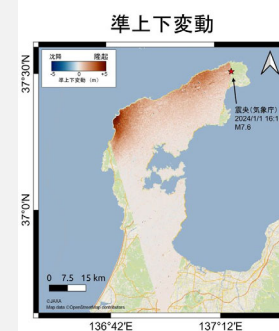
小型SAR衛星の中分解能観測モード(分解能約2m)の1シーンの(30km x 50km程度)

【SAR衛星の周波数による観測能力の違い】

- LバンドSARは、植生を透過し、植生下の地面の地盤変動を把握可能。
- XバンドやCバンドSARでは、日本に多い森林や草で覆われている土地の地盤変動を監視できない。



- 広域LバンドSAR衛星でなければ、国土全体に点在する火山周辺の植生下の地盤変動を定常監視できず、火山噴火等の予兆把握が不可。



※能登半島地震(2024)の際のALOS-2による地盤変動把握の事例

- 広域LバンドSAR衛星でなければ、植生域を含み、面積が広い被災地の地震による地盤変動影響把握が不可。
- 復旧・復興計画の迅速な策定に貢献できない。

海洋状況把握(MDA)における広域バンドSAR衛星の必要性

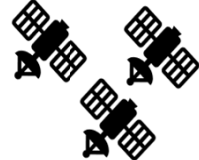
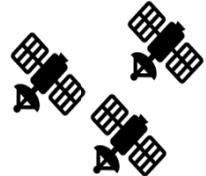
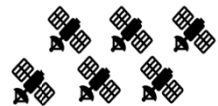
【海洋状況把握(MDA)における衛星の役割分担】

広域観測(>数100km)
による船舶動静把握、
AIS非発出船・
要注意船の識別

小型光学・SAR
コンステによる対象
船舶の詳細観測

タスキング連携
(クロスキュー)
(位置を伝える)

※港湾等の位置がわかっていて特定
領域の船舶詳細観測にも対応

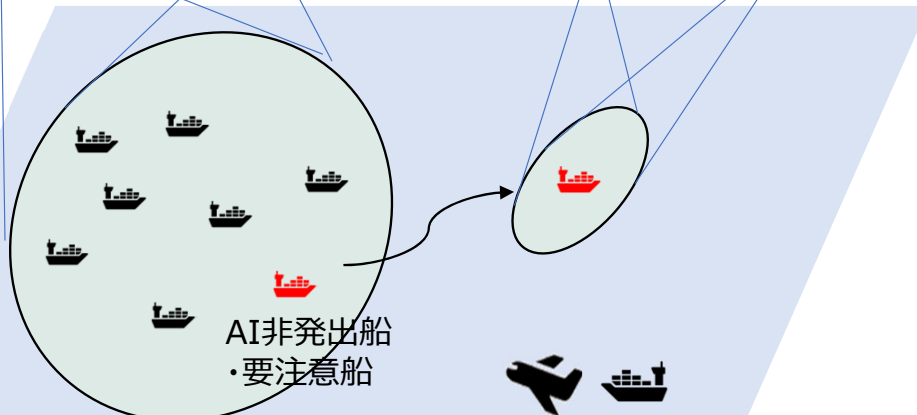


広域SAR衛星(群)/
同時搭載AIS

商用電波収集衛星/
衛星AIS

小型SARコンステ

小型光学コンステ

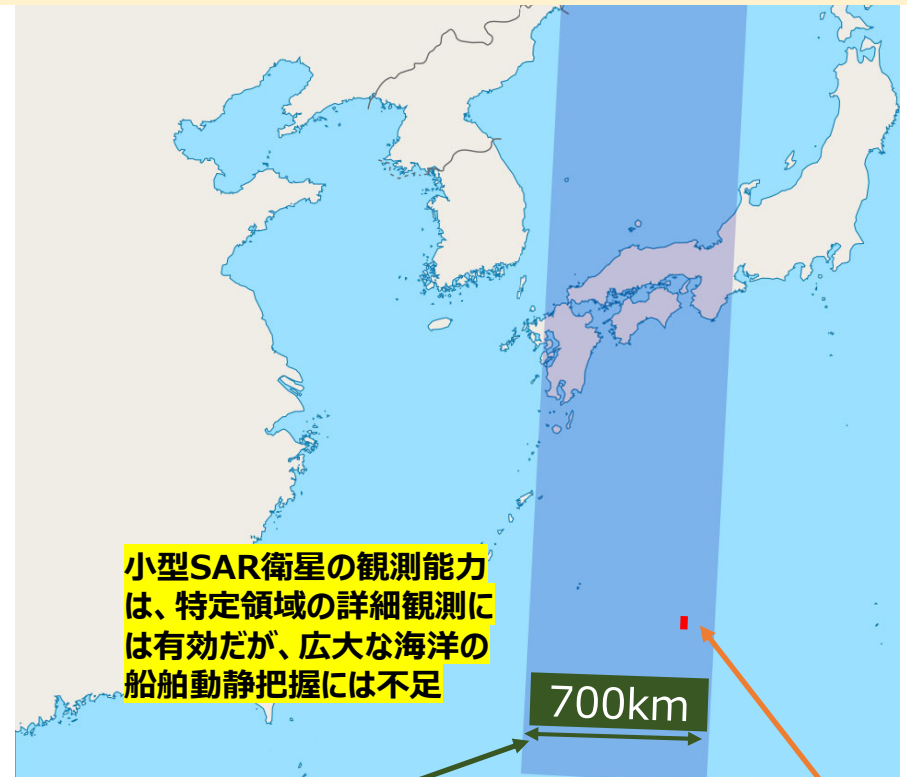


AIS非発出船
・要注意船

※電波収集衛星の場合、船舶が込み合っ
ている地域での識別が困難なため、船影を細か
く把握可能な広域SAR衛星が必要となる。

衛星から航空機・船舶が監視を引き
継ぎ、追尾や必要な対応を実施

広大なEEZにおいて、違法操業する漁船や密輸船等、
事前に位置がわからない船舶等の動静を把握するためには、**広域SAR衛星(観測幅700km以上)と衛星搭載AISによるAIS非発出船・要注意船の識別が不可欠。**



小型SAR衛星の観測能力
は、特定領域の詳細観測に
は有効だが、広大な海洋の
船舶動静把握には不足

700km

広域SAR衛星
(ALOS-4)の分解能
25mでの観測幅

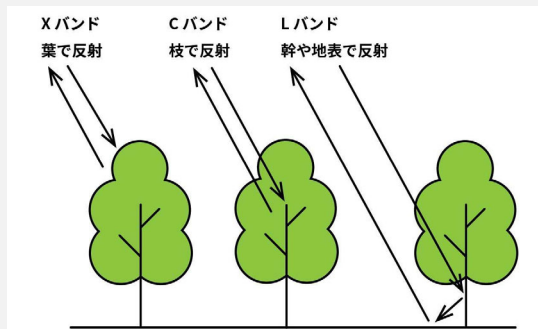
小型SAR衛星の中分解能観測
モード(分解能約2m)の1シーンの
領域(30km x 50km程度)

【異なる種類の衛星を活用したカーボンプレジット創出】



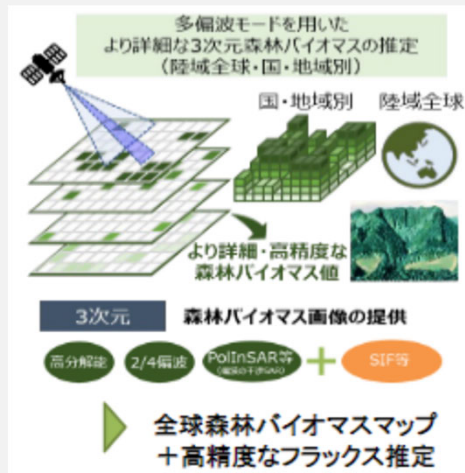
【SAR衛星の周波数による観測能力の違い】

- LバンドSARは、植生(森林の内部や水田の稲穂など)を透過し、森林のバイオマスや、水田の地表面の灌水状況等を把握可能。
- XバンドやCバンドSARの信号は森林の上部や水田の稲穂の表面しか観測できないため、右図に示すカーボンプレジット創出のための情報把握が困難。



【LバンドSARによる高精度な森林バイオマス推定手法】

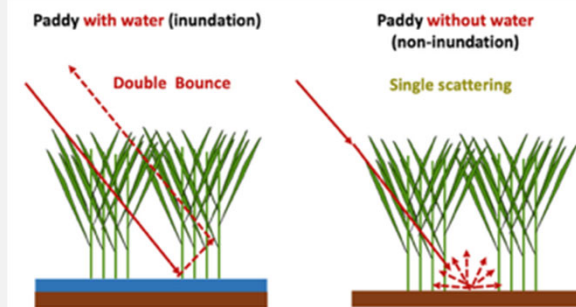
- 森林の内部からも信号が反射・散乱する**LバンドSARの森林の多偏波観測により、森林のバイオマス量を高精度に推定が可能。**
- 4偏波観測や時系列偏波干渉観測等によりさらなる精度向上が期待されている。



※内閣府宇宙開発利用加速化戦略プログラム(スターダストプログラム)における衛星データを活用した森林バイオマス推定手法の研究開発のイメージ

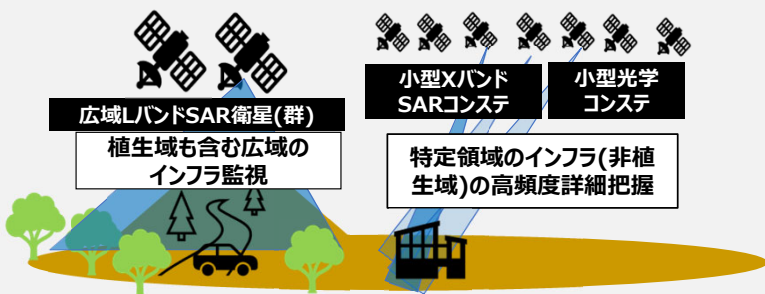
【LバンドSARによる水田中干しやAWD(間断灌漑)の観測】

- 稲作における水田の中干しやAWD(間断灌漑: 水を抜いたり入れたりを繰り返す)の導入により、メタンガスの発生が抑制されるため、これらの取り組みはカーボンプレジットの1アプローチとなっている。
- 衛星から中干しやAWDの実施状況を観測する手法がカーボンプレジット創出に有効であるが、**XバンドやCバンドSARでは、稲穂の上部しか見えず、水田の湛水状況が把握できない。Lバンドであれば、湛水状況が把握でき、本手法を実現可能。**



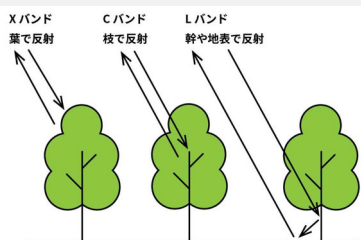
※L-bandSAR衛星による水田湛水把握のメカニズム
(湛水時(水が溜まっている状態)と中干し時で信号の見え方が異なることを利用し、中干しやAWDの実施状況を把握。)

【異なる種類の衛星を活用したインフラDX】

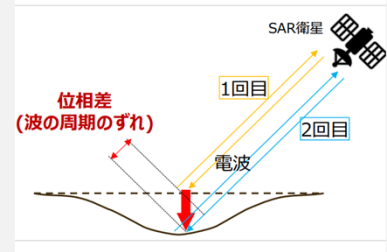


【SAR衛星の周波数による観測能力の違い】

- LバンドSARは、植生を透過し、植生下の地面の地盤変動を把握可能。
- XバンドやCバンドSARの信号は植生がある場所では地表面まで届かない。



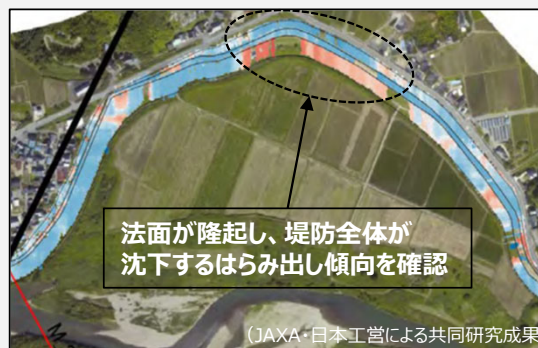
干渉SARによる位相差計測



- 監視対象のインフラが設置されている植生下の地盤の干渉SARによる変動計測は、地盤面まで信号が透過するLバンドでなければ不可。

【植生下のインフラ監視にはLバンドが必要】

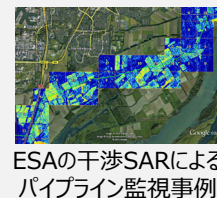
- 道路(切土・盛土等を含む)や周辺斜面、堤防、地すべり地形・土砂崩壊地、地盤沈下、鉱山やパイプライン等のインフラの健全性を監視するためには、インフラがある箇所の地表面の変動を監視することが有効。
- これらのインフラは植生で被覆されていることが多く、Xバンドでは把握できず、Lバンドによる観測が必要。



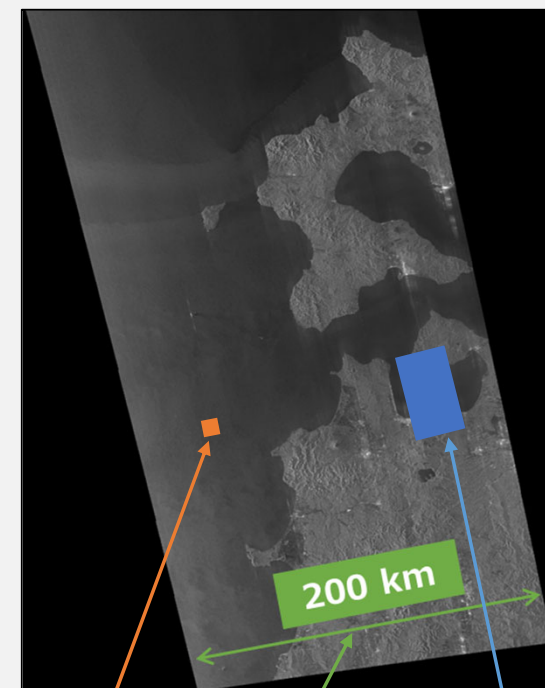
河川堤防での変動の解析結果例

【インフラ監視には広域観測能力が不可欠】

- 道路、堤防、斜面、地盤沈下、パイプライン等のインフラは、広域に広がっており、全体的な監視のためには広域観測能力が不可欠。
- 海外の長大なインフラを対象としたグローバルビジネス展開のためにも広域観測能力が不可欠。



【SAR衛星による観測幅の違い】



小型SAR衛星の高 分解能観測モード (分解能1m以下) の1シーン(10km x 10km程度)	広域SAR衛 星(ALOS-4) の分解能3m での観測幅	小型SAR衛星 の中分解能観 測モード(分解能 約2m)の1シー ンの(30km x 50km程度)
---	--	---

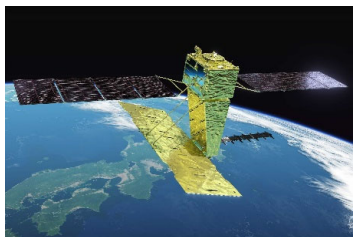
インフラ老朽化対策に向けて、国土全域に広がるインフラの定期的な監視(ALOS-4では2週間に1回)を行うには、小型XバンドSARの観測領域は不足。

大型の広域LバンドSAR衛星の必要性

- 重点テーマ等のニーズに対して求められる広域観測を実施するためには、広い観測幅のために必要な大型のアンテナと、長時間SARを動作し続けるための電力系(太陽電池パドル・バッテリー等)等を有する必要がある、大型システムが必要となる。
- 広域観測を行う海外宇宙機関の最新のSAR衛星も数十分/週の観測時間を実現するために、2～3tonの大型衛星となっている。
- 小型XバンドSAR衛星の観測時間はこれに比して非常に短く、観測面積あたりのコストは大型衛星に劣る。

ALOS-4

2024年打上げ
日本：JAXA (MELCO)
LバンドSAR+AIS
質量：約3 t
観測時間：30分/周
開発費：320億円
3m分解能、200km幅
25m分解能、700km幅



NISAR

2025年打上げ
米印 NASA/ISRO
Lバンド+SバンドSAR
質量：約2.4t
観測時間：50分/周
開発費：約14億US\$
L:7m x 2-30m
S:6.5m x 2-15m
L/S: 240km幅



Sentinel-1 C/D

2024, 2025年打上げ
欧州 ESA (Thales/Airbus)
CバンドSAR+AIS
質量：約2.3 t x 2機
観測時間：25分/周/機
開発費：約4億Euro(2機)
※約4.2億Euro(2機 1A/B)
5m分解能、80km幅
5m x 20m分解能, 250km幅
20m x 40m分解能, 400km幅



Radarsat Constellation Mission (RCM)

2019年打上げ
カナダ CSA (MDA)
CバンドSAR+AIS
質量：約1.3 t x 3機
観測時間：12分/周/機
開発費：約7億CA\$
3m x 1m分解能, 20km幅
50m分解能, 350km幅
100m分解能、500km幅

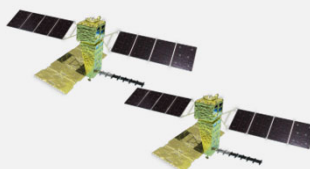


冗長性を確保しつつ、2機の衛星を状況により使い分け、領域や用途に応じて様々な観測に対応。

冗長性の確保

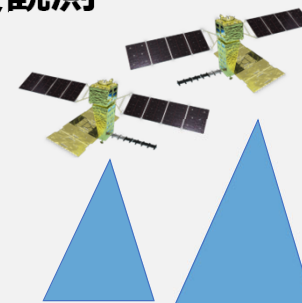
- 2機の衛星を軌道上で運用することにより、**1機に不具合が生じてもう1機で観測を実行**できる。
- 社会インフラとしての社会実装や、安定的な民間事業の展開のためには、最低2機体制での冗長性が必要。海外宇宙機関の実用向けSAR衛星は複数機体制。

※欧州コペルニクスのSAR衛星Sentinel 1A, 1Bは2機体制で運用されていたが、1Bは設計寿命7年に対し、5年で不具合発生し運用停止するも、1Aでデータ提供を継続できた。



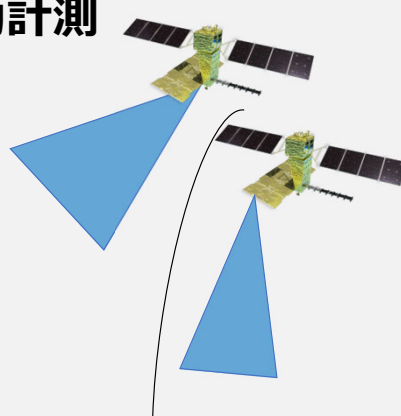
広域観測・高頻度観測

- 従来より広域に観測でき、災害観測やMDAで**現状1機では1日1回対象を観測できないケースが発生する状況が改善され**、社会インフラとして定着できるようになる。
- MDA向けには**1000km以上を同時観測**できるようになり、**日本海全体やシーレーンの広い範囲を観測可能**となる。
- インフラ観測のための国土監視や、カーボンクレジットの対象森林等の観測頻度を倍増させることができ、より質の高いサービス提供が可能となる。



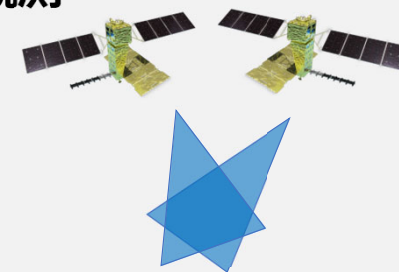
3次元地盤変動計測

- 1機体制では衛星の進捗方向と垂直(東西方向)の観測のみであったが、スクイント観測機能を持つもう1機の衛星で南北方向に傾けて観測することで、これらのデータを融合することで**東西、南北、上下の3次元の地盤変動計測が可能**となり、インフラ監視サービスの高度化や、国土の地盤変動計測、災害後の復旧等に大きく貢献できる。



バイスタティック観測

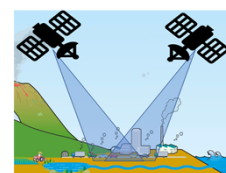
- 複数の衛星で異なる方向から対象を同時に観測することで、**森林や雪氷の3次元構造、船舶の移動情報、地盤の3次元情報などのより多様な情報を取得**することができ、森林バイオマス、MDA、インフラ・防災DXに貢献可能。



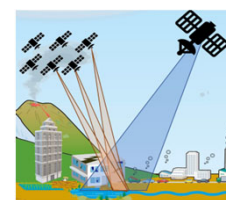
主要なニーズとALOS-2/4からのミッション高度化案

インフラDX	地殻・地盤変動の広域監視の高度化	
	Lバンドの強みである高精度干渉SAR を高度化し、国土全体+グローバルな 3次元変動 を定常監視（1次元から3次元へ）	
防災DX	官民連携による災害対応の高度化	広域の事前防災情報の収集
	小型衛星群との連携 による観測能力の最大化（被災箇所の広域スクリーニング、災害前情報の提供、異種センサ複合による相乗効果）	Lバンドの超広域観測/4偏波観測 による巨大地震被害や台風海上風の高解像把握
海洋状況把握（MDA）	激甚化する災害に対して迅速かつ詳細に情報を把握し、国民の安全確保や復旧活動に貢献	
	船舶監視の高度化と適切な役割分担の推進	
カーボンクレジット	超広域観測 により要求海域全体（1000 km〜）を毎日定時観測し、警戒すべき区域をスクリーニング	AISや小型衛星群と連携 した船舶情報の詳細化
	分析・予測技術の高度化による我が国のMDA能力の強化	
	森林バイオマスや土壌水分等の高精度観測による炭素吸収・排出源の把握	
	世界で唯一の Lバンド4偏波・高分解能観測 により、森林バイオマスや土壌水分等の詳細観測を実現 ライダーや光学センサデータと融合し、高精度な情報構築	
	炭素吸収・排出源の把握に関する研究開発を先導し、気候変動対策の政策等意思決定や企業のESG活動に貢献	

主要な新規技術開発要素



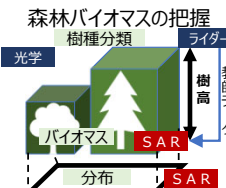
3次元干渉SAR
（スクイント観測での南北方向の感度向上）



超広域観測
（観測幅700 km以上へ）



オンボードでの画像処理
（即応性の向上、データ圧縮による観測量増加）



4偏波観測の高時間分解能・広域化
（世界の定常観測を2偏波から4偏波へ）

民間小型衛星等とのタスキング連携
（観測計画最適化や情報抽出能力向上）

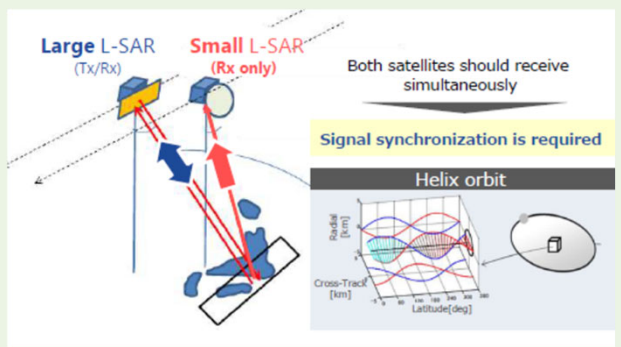
バイスタティック観測
（詳細な船舶情報、バイオマスの観測など）

Bistatic

多数機の衛星が協調して飛行・観測

光学・SAR・電波観測等の超解像化、大気や植生の面的3D立体観測、地形図の高精度

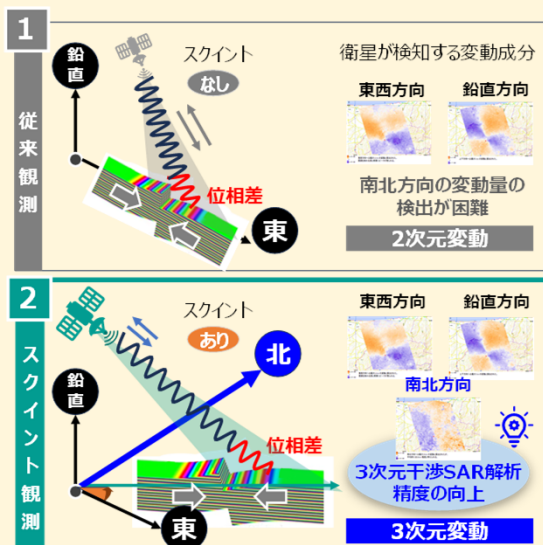
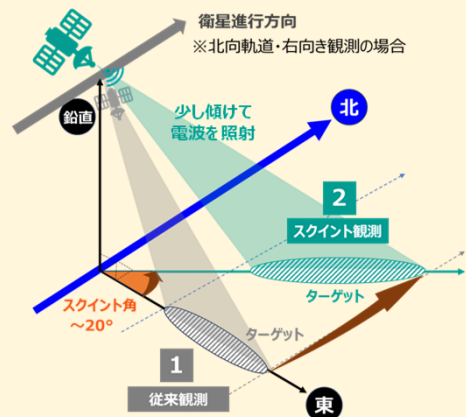
衛星間の高精度な時刻/送信電波の同期、オンボードでの相対軌道制御、衛星間の高精度キャリブレーションや解析処理技術など



三次元地盤変動観測のためのスクイント観測

衛星進行方向（南北方向）に少し傾けて電波を照射することで南北方向成分の地表面変位を捉えることができる

3次元干渉SAR解析精度の向上



4偏波観測

LバンドSARのデータ
2偏波

HH
HV

2偏波(従来)

情報量 少
概算の森林バイオマス値

LバンドSARのデータ
4偏波

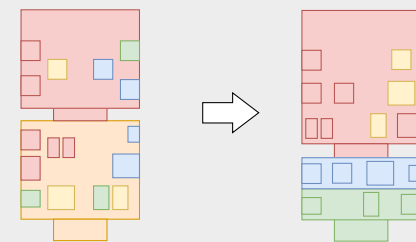
HH
HV
VH
VV

4偏波(将来)

情報量 多
より詳細・高精度な森林バイオマス値

バスシステム高度化

汎用性の高い**共通バスプラットフォームを開発**し、ミッション固有部分と識別することで、開発部分を最小限とし、**開発期間の短縮/低コスト化をめざす**。



従来の開発

共通バスの開発

- : 新規設計機器
- : 衛星によりカスタマイズされる機器
- : 固有バス (カタログ)
- : 共通バス (流用)

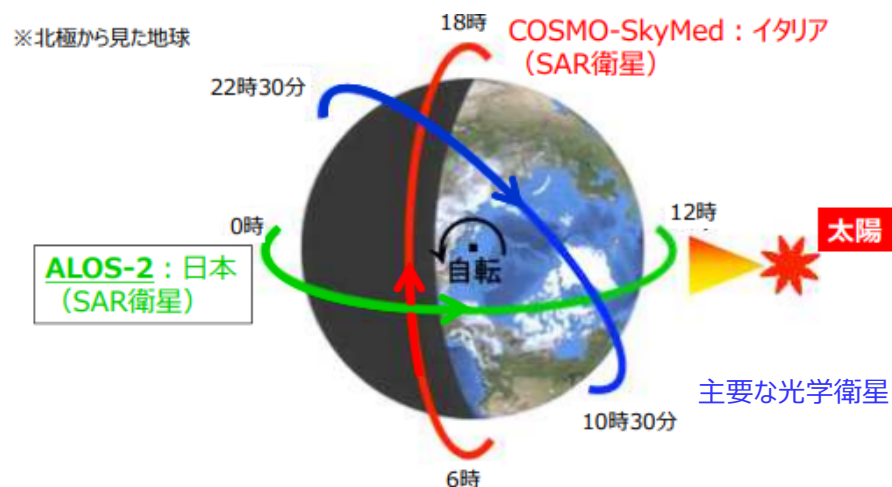
- 共通部/固有部は既存技術の応用により設計要素を最小化することで、開発リスク、コストの低減。流用設計による共通バスの信頼度向上
- 設計期間の短縮が期待できると共に、ミッションへの設計リソースの集中が可能となる
- フラットパックSAP (下図) 開発がキー技術



フラットパックSAP

太陽電池セルが実装された柔軟なシートを薄い枠体構造に取り付ける太陽電池ユニット構造 (高収納・小型化)

観測時間が異なるALOS-2(12時/24時)、イタリア宇宙庁 (ASI) のCOSMO-SkyMed・COSMO-SkyMed Next Generation(Xバンド、6時/18時)およびカナダ宇宙庁 (CSA)のRadarsat Constellation Mission (RCM)(Cバンド、6時/18時)が観測連携中。



【現行の協力】

- JAXAとイタリア宇宙庁 (ASI) は、2016年、災害時の衛星による共同観測体制を強化し、衛星データの実利用を一層定着させるため、「災害監視に資する衛星観測に関する協力の実施協定」を締結。
- JAXAとカナダ宇宙庁 (CSA) は、2021年6月に、CSAのRCMとJAXAのALOS-2に係る協力実施取決め (IA) を締結。

【将来の協力可能性】

- 将来SAR衛星ミッションにおける以下のような国際連携の可能性が考えられる。
 - 上記ASI, CSAの連携強化(対象領域の拡大等)
 - EU/ESAのSentinel 1C/D (Cバンド, 6時18時)との連携
 - CSAのRCMの後継ミッションRadarsat+との連携
 - ESAのROSE-Lとの連携

海外宇宙機関の主要なSAR衛星ミッション



NISAR

2025年打上げ
米印 NASA/ISRO
Lバンド+SバンドSAR
質量：約2.4t
観測時間：50分/周
開発費：約14億US\$

6:00/18:00観測
L: 7m x 2-30m
S: 6.5m x 2-15m
L/S: 240km幅



Sentinel-1 C/D

2024, 2025年打上げ
欧州 ESA (Thales/Airbus)
CバンドSAR+ AIS
質量：約2.3 t x 2機
観測時間：25分/周/機
開発費：約4億Euro(2機)
※約4.2億Euro(2機 1A/B)

6:00/18:00観測
5m分解能、80km幅
5m x 20m分解能、250km幅
20m x 40m分解能、400km幅



Rose-L

2028年打上げ予定
欧州 ESA (Thales/Airbus)
LバンドSAR
質量：約2t
観測時間：38分/周
開発費：約4.82億Euro

1:00/13:00観測
5-10m分解能、250km幅



Radarsat Constellation Mission (RCM)

2019年打上げ
カナダ CSA (MDA)
CバンドSAR+ AIS
質量：約1.3 t x 3機
観測時間：12分/周/機
開発費：約7億CA\$

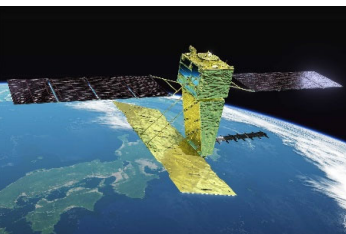
6:00/18:00観測
3m x 1m分解能、20km幅
50m分解能、350km幅
100m分解能、500km幅



COSMO-SkyMed 2G

2019年/2022年打上げ
イタリア ASI (Thales/Leonardo)
XバンドSAR
質量 約1.5 t x 4機
開発費 約4億ユーロ
(1機+2機目の一部)

6:00/18:00観測
3m x 3m分解能、40km幅
20m x 4m、100km幅
40m x 6m、200km幅



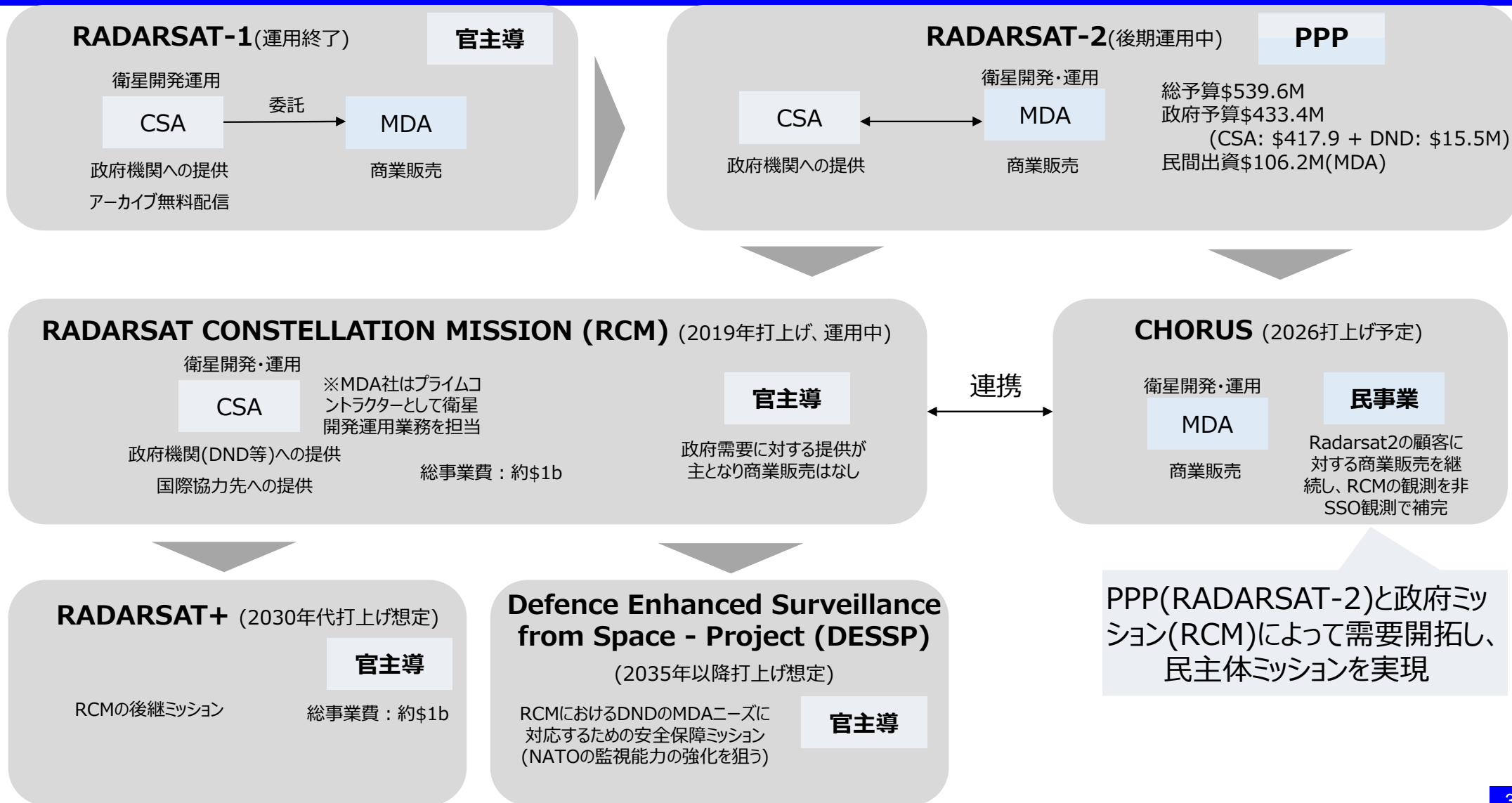
ALOS-4

2024年打上げ
日本：JAXA (MELCO)
LバンドSAR+ AIS
質量：約3 t
観測時間：30分/周
開発費：320億円

12:00/24:00観測
3m分解能、200km幅
25m分解能、700km幅

各国宇宙機関が700億円以上の予算で
SAR衛星ミッションを推進

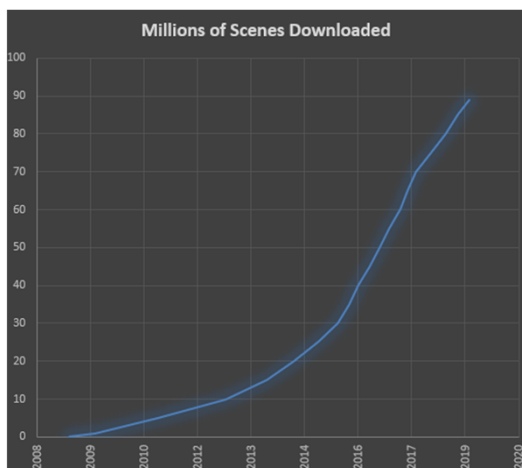
SAR衛星開発における官民連携の事例 (カナダ:RADARSATの例)



- 有償配布をしていたALOS-2データ(LバンドSAR:3m分解能)の一般利用者への配布は5500シーン(2014年から2018年)
- Open&Free配布であったSentinel-1データ(CバンドSAR:5m分解能)のプロダクトは1460万ダウンロード(2014年から2018年)
- Landsatの事例(左下)も踏まえ、有償とOpen&Freeの間には、100～1000倍程度の利用量の差が発生すると考えられる。

- Open&Freeでデータ提供されている米国のLandsatや欧州コペルニクスプログラム(Sentinel衛星)については、定期的にOpen&Freeで提供する妥当性について検討がなされており、以下のレポートでOpen&Freeの施策が妥当であることが示されている。

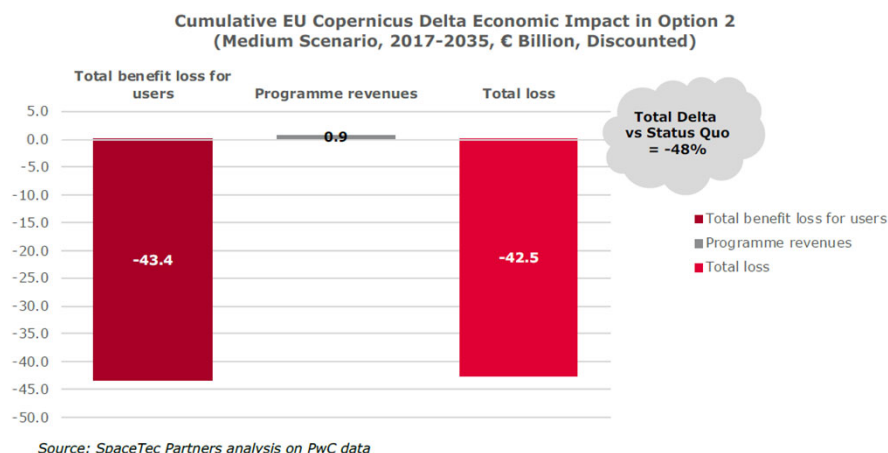
“EVALUATION OF A RANGE OF LANDSAT DATA COST SHARING MODELS”
A Report of the National Geospatial Advisory Committee
Landsat Advisory Group June 2019



- Landsatシリーズのデータを2008年まで有償配布していた際には、3000シーン/月程度の利用であったが、2008年にOpen&Freeとしてからは、利用が拡大し、最近では500万ダウンロード/年に利用が拡大。
- 2011年のLandsatによる経済便益はUS\$1.8 billion/年で、1年でLandsat-8の開発費の2倍の便益が創出されており、そのほとんどがOpen&Freeで提供することにより創出できていると分析。
- Landsatと同等のデータを欧州CopernicusプログラムのSentinel-2のデータをOpen&Freeで提供しており、Landsatのみ有償提供することは米国の国益を大きく損ねると分析し、Open&Freeポリシーの妥当性を主張。

<https://www.fgdc.gov/ngac/meetings/june-2019/ngac-paper-evaluation-of-a-range-of-landsat-data.pdf>

“STUDY ON THE COPERNICUS DATA POLICY POST-2020”
Copernicus, GMV Innovating Solutions, 2019



- Copernicusのデータを有償化することによって、2017～2035年の期間に、0.9billion Euro(約1600億円)の収益を創出しようことにに対し、Open&Freeを継続する場合と比較して、ユーザが10年間で97%程度減少し、43.4billionEuro(約8兆円)の便益が喪失する(Open&Freeに比べ半減)と評価。Open&Freeポリシーの妥当性を主張。

https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-04/Study-on-the-Copernicus-data-policy-2019_0.pdf

- 目的：重点テーマ「海洋状況把握(MDA)」における便益創出等に不可欠となる、複数の衛星を連携させた**要注意船の検知能力や船舶の詳細情報の類識別能力の高度化**の技術実証・利用実証
- H3ロケットによる同時打上げにより、MDAに資する**複数種のセンサを搭載した複数の衛星群を官民連携で「同一軌道面」に投入し、連携観測することで船舶類識別に必要なデータベースの構築や、複数種の衛星による連携観測の実証を行う。**

①次世代L-SAR衛星
(AISも搭載)(JAXA)(2-3ton)

②小型SAMRAI実用衛星
(超広帯域で広域電波収集)
(JAXA or 民間)(2-300kg)

③小型電波収集
/AIS/VDES衛星
(民間)(<100kg)

④小型SAR衛星
(民間)(<200kg)

⑤小型高分解能
光学衛星(民間)

広い海域の船舶の把握/要注意船の識別

タスキング
連携

要注意船の詳細観測

※民間衛星は基金等を活用した整備や、基金等で開発した成果を交付金でアンカーテナントするのも一案。

その他、防災
DXにおける被災
状況把握に
おける複数種
の衛星の協調
運用を実証す
る連携ミッション
等も考えられる

様々なセンサでの船舶情報のデータベース構築 → AI等を活用した船舶類識別能力の高度化



上記衛星を同時打上げ
(民間衛星は打上げ費を無償提供し、
開発費は民間負担を想定)
(H3ロケットの複数衛星同時
打上げ能力の獲得につなげる)
※高度500km SSOで4トン以上

(参考) カナダのMDA社による、広域CバンドSAR衛星と詳細観測可能なXバンド小型SAR衛星を同一軌道面に投入して連携させるCHORUSミッション(2026年打上げ想定)



(参考) GCOM-Wが参加する、NASA、CNES、JAXAなどの衛星がほぼ同一軌道面上で飛行し、約10分以内に同地点の雲や大気を観測する「A-Train」

