

SAMRAI衛星のご紹介

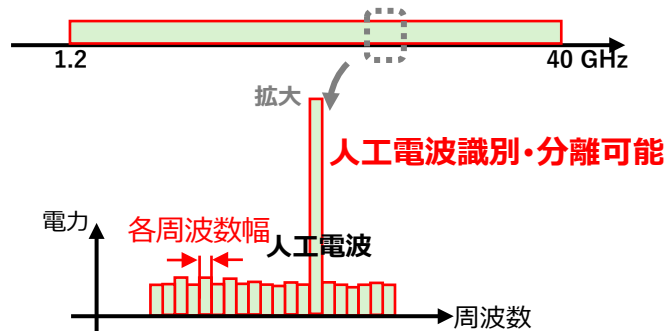
宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門
SAMRAI部門内プロジェクトチーム

2025年8月5日

「超広帯域電波デジタル干渉計(SAMRAI)衛星」の概要

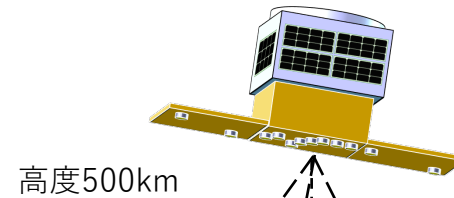
海面・大気などから自然に放射される微弱なマイクロ波や船舶等が発射する人工電波を
超広帯域で広域に観測可能な、革新的な衛星搭載マイクロ波観測の小型の実証衛星

超広帯域の電波を連続的に計測可能



高周波数分解能・超広帯域観測
(超広帯域アンテナ技術+超高速AD変換技術)

SAMRAI衛星
(200kg級)



雲も通過

大気からの放射

陸からの放射

海からの放射

船舶などからの人工電波

観測幅 1000km以上

進行方向

地球表面

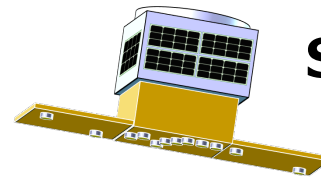
小型化可能 → 小型衛星 + 打上げ費用低廉化
衛星コンステレーション化による高頻度観測が可能

PAA採用で高空間分解能化が容易

フェーズドアレイアンテナ(PAA) :
電気的な信号遅延で指向制御

PAAにより、アンテナを回転させる機構を排除、
かつ高空間分解能観測
(超広帯域アンテナのアレイ化技術)

「超広帯域電波デジタル干渉計(SAMRAI)衛星」の概要



SAMRAI衛星
(200kg級)

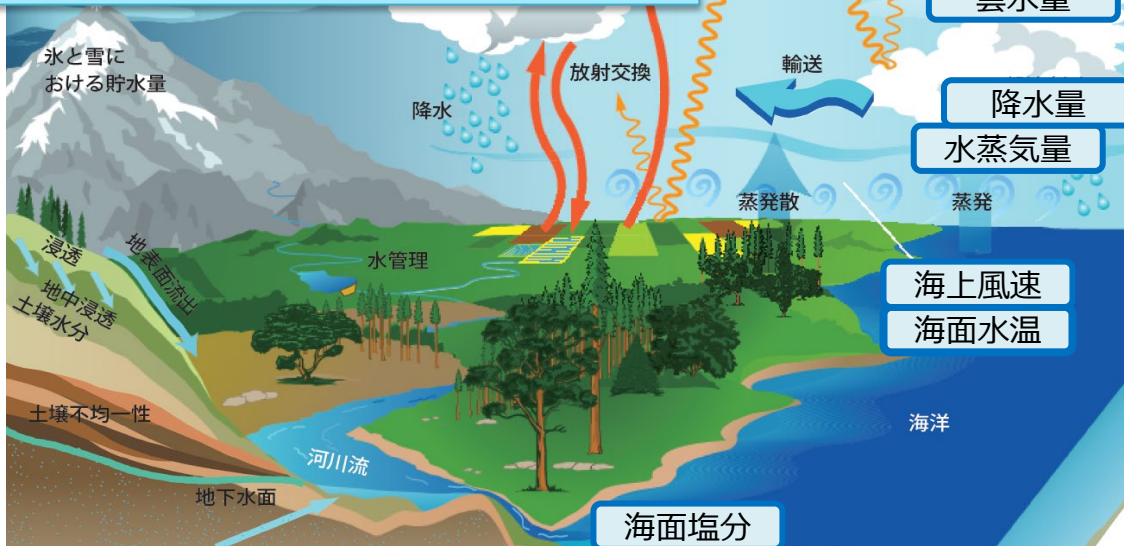
受信電波

識別・分離

自然由来電波

人工電波

気象防災・海洋状況把握(気象・海象)
洋上風力発電・持続可能な漁業
などの分野における社会実装



海洋状況把握
(船舶検知)

電波情報

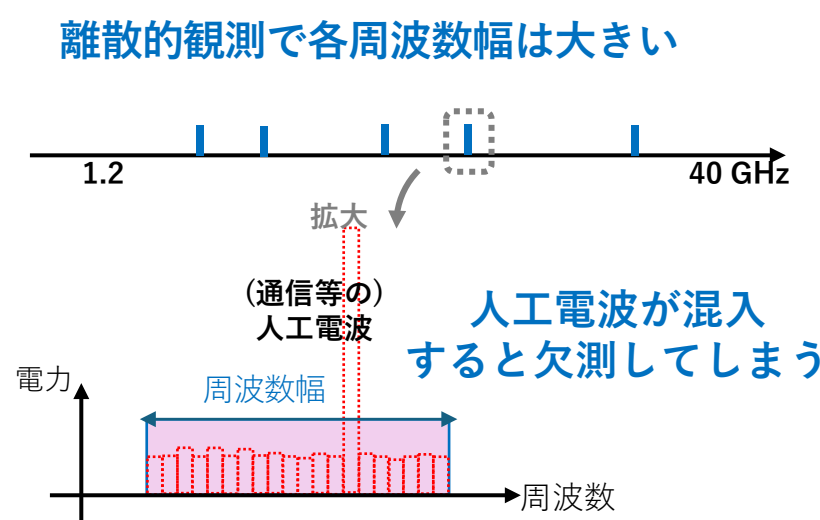
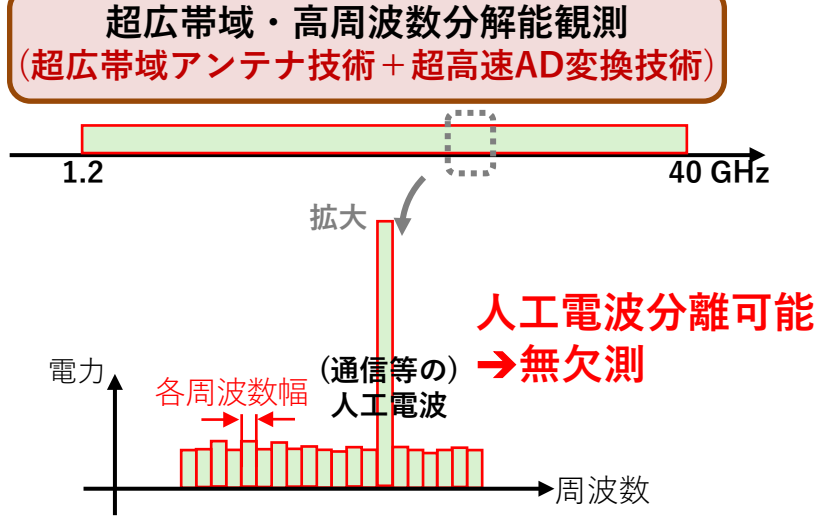
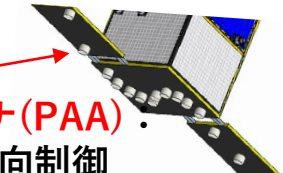


様々な周波数の通信・レーダー
送信元等の探知・電波収集

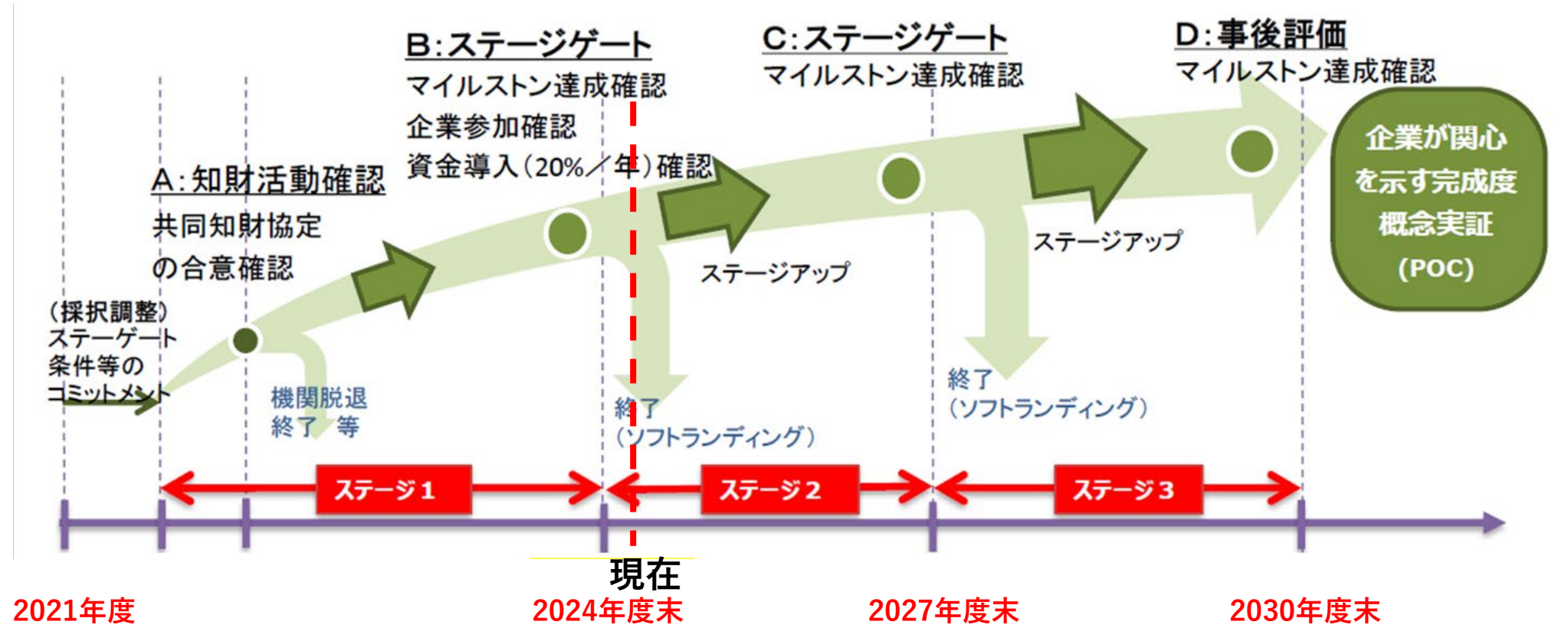


将来の安全保障衛星を実現するた
めの研究に必要な宇宙からの超広帯域
マイクロ波観測データや広帯域マイクロ
波観測技術の展開

SAMRAIの新規技術の概要

	従来型のマイクロ波放射計	SAMRAI
観測周波数	離散的観測で各周波数幅は大きい  人工電波が混入すると欠測してしまう	超広帯域・高周波数分解能観測 (超広帯域アンテナ技術 + 超高速AD変換技術)  人工電波分離可能 → 無欠測
空間分解能	更なる高空間分解化は困難 反射鏡： 機械的な回転で指向制御 (寿命に課題) 	フェーズドアレイアンテナ(PAA)による アンテナを回転させる機構の排除 + 高空間分解能観測 (超広帯域アンテナのアレイ化技術) フェーズドアレイアンテナ(PAA) 電氣的な信号遅延で指向制御 
システム規模	大型	小型化可能

JST未来社会創造事業の研究テーマの一部として採択され研究開発を推進中



2027年度にSAMRAI衛星を打上げ、技術実証・利用実証予定

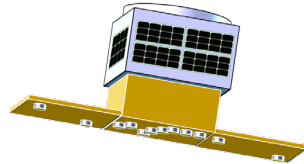
【第一段階：原理実証】 航空機搭載SAMRAI



2022、2023年度に実証実験



【第二段階：実証機】 衛星(200kg)搭載SAMRAI

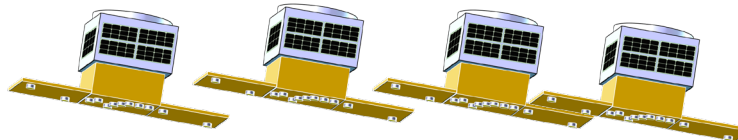


SAMRAI衛星

2027年度に打上げ、
技術実証・利用実証予定



【第三段階：実用衛星群】 衛星搭載SAMRAIコンステレーション



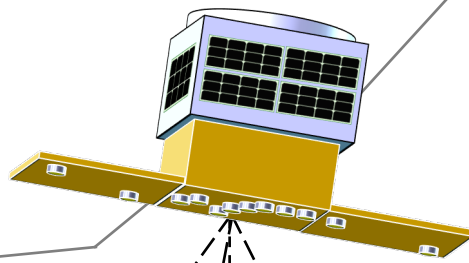
高頻度観測を実現し、
民間事業者主体の社会実装を指向

SAMRAI衛星の概要

- ・フェーズドアレイアンテナ
- ・アンテナ素子数: 12個
- ・最大素子間距離: 2.3 m
- ・観測周波数: 1-40 GHz
- ・サンプリング速度: 28 GSPS

▼
・走査幅: 1000 km@高度500 km

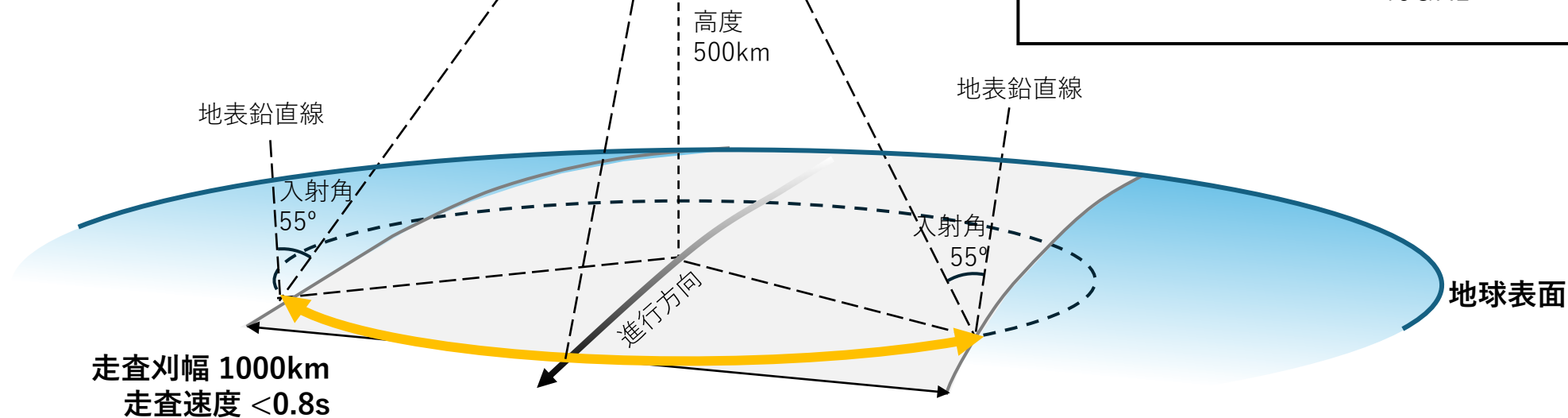
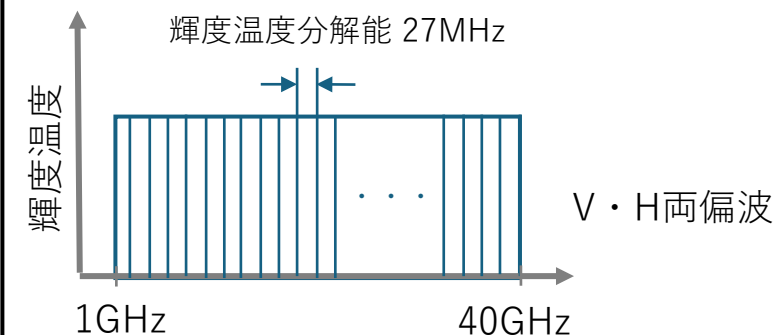
SAMRAI衛星
(200kg級)



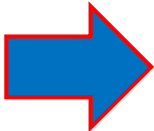
- ・設計寿命: 1.5年
- ・軌道: 太陽同期軌道

観測データ (レイテンシ TBD)

輝度温度計測範囲: 3~400 K



SAMRAI衛星の基盤的データプロダクト



プロダクト	空間分解能 (理論値)	標準プロダクト精度	対象事業分野
輝度温度 (1.2-40 GHz)	周波数に依存	$\pm 1.5\text{K}$ (他マイクロ波放射計と重複する観測周波数について)	全て
人工電波 (1.2-40 GHz)	N/A	位置同定 $\pm 3\text{ km}$	海洋状況把握
海面塩分	50 km	$\pm 1.0\text{ psu}$ (水温20℃以上、10 m/s以下)	海洋状況把握 持続可能な漁業
海面水温	10~7 km	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	気象防災 海洋状況把握 持続可能な漁業
海上風速	2 km	$\pm 0.8\text{ m/s}$	気象防災 海洋状況把握 洋上風力発電
降水量 (海上)	7 km	相対精度で $\pm 75\%$ (相対精度=RMSE／平均)	気象防災 海洋状況把握
雲水量 (海上)	5 km	$\pm 0.05\text{ kg/m}^2$	気象防災 海洋状況把握
水蒸気量 (海上)	5 km	$\pm 3.5\text{ kg/m}^2$	気象防災 海洋状況把握

- AMSR3でも定義され、推定に使用する周波数をSAMRAIが観測するプロダクトについては、標準精度としてAMSR3プロダクトと同じ値を設定。
そうでない場合(例: 海面塩分、降水量)は、ニーズを踏まえて設定。
- 標準プロダクト精度は、特記のない限り地上観測結果とのRMSE(Root Mean Square Error; 二乗平均平方根誤差)。

SAMRAI衛星の観測領域

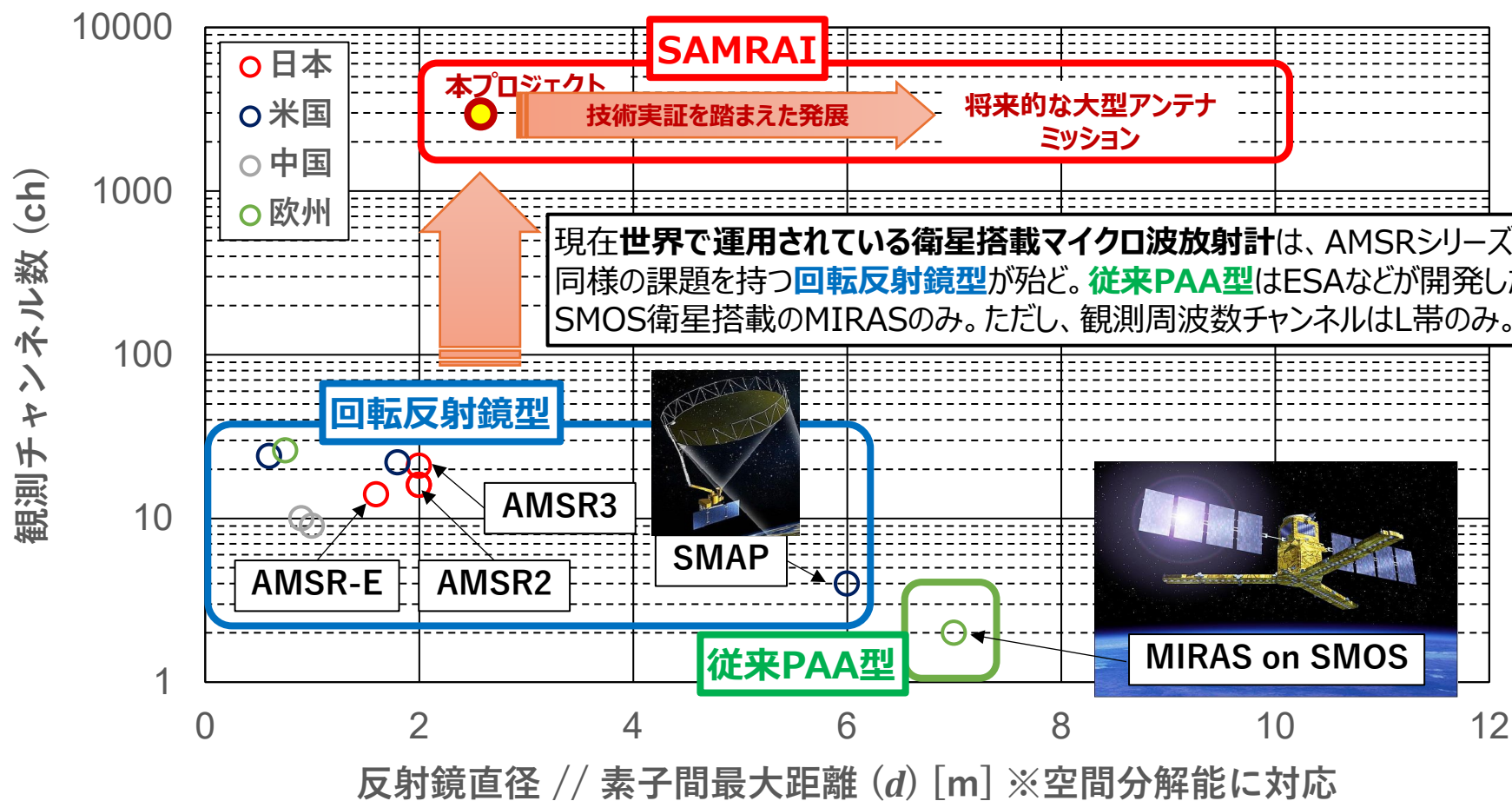
小型衛星(200kg級)であり、電力等の制約のため観測領域は日本のEEZ+αに限定される

※観測領域以外を通る際(日照域)では、太陽電池でバッテリーの充電を行う。



SAMRAI衛星の優位性

衛星搭載マイクロ波放射計のベンチマーク



SAMRAIの国際競争力

電波収集衛星のベンチマーク

VHFからVバンドまでの広帯域を同時観測し、周波数スペクトルを出力可能な衛星は唯一SAMRAI*のみである。

*VHF-Pバンドは実用機に搭載検討中、実証機はLバンドから対応

帯域 (GHz)	帯域名称	主な用途	Hawkeye360 米国	CubeRRT 米国	Spire 米国	UNSEENLabs フランス	SAMRAI 日本
0.1-0.2	VHF	AIS	↑ 掃引検出: 全周波数帯域を 同時観測不可。 ↓		↑↓		↑ 実用機検討中 ↓
0.2-0.25	Gバンド	軍用航空無線					
0.25-0.5	Pバンド	移動体通信					
0.5-1.5	Lバンド	テレビ放送・携帯電話・インマルサット衛星通信			↑↓ 0.38~ GPS, GLONASS. Galileo, ADS-B		↑ 実証機 ↓ 同時検出: 全周波数帯域を 同時観測可。 ↓
2-4	Sバンド	固定無線・移動体向けデジタル衛星放送・ISM				↑↓	
4-8	Cバンド	通信衛星・固定無線・無線アクセス		↑↓			
8-12	Xバンド	軍事通信				↑↓	
12-18	Kuバンド	衛星テレビ放送・通信衛星					
18-26	Kバンド	通信衛星					↑ 同時検出: 全周波数帯域を 同時観測可。 ↓
26-40	Kaバンド	通信衛星					

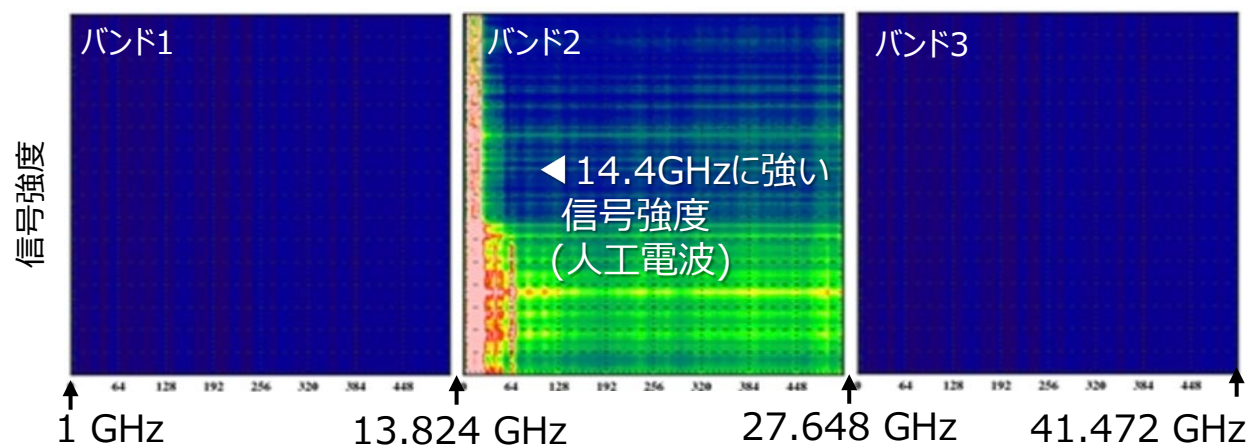
代理店：スカパーJSAT(SNET)
住友商事(住商エアロ)

代理店：伊藤忠

代理店：丸紅

SAMRAIによる人工電波観測のイメージ

SAMRAI観測スペクトルデータのイメージ



SAMRAI観測領域

位置特定

ある時刻に観測領域を通過するSAMRAIの観測視野

1000km

衛星進行方向

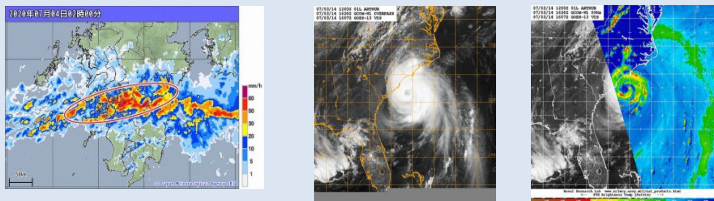
日本EEZを含む観測領域において、1-40GHzの電波情報を、1,000kmの視野で、3kmの位置同定精度でマッピングする。

実証機は1機であるため1日2回頻度の観測であるが、実用フェーズで4機コンステレーションを実現すれば6時間の頻度で観測が可能となる。

持続的かつ安心・安全な海洋デジタル未来社会を支えるSAMRAI衛星観測

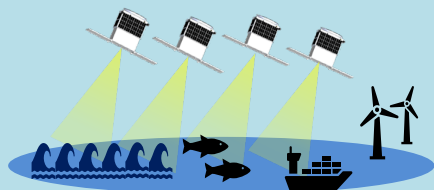
(1) 気象・防災

海上の雲の下含む水蒸気量や海面水温・風速を高頻度・高空間分解能に観測し、線状降水帯、JPCZや台風の予測精度向上等に貢献



海上の水蒸気量、雲水量、降水量、海面水温、海上風速のデータプロダクトを開発、活用

SAMRAI衛星コンステ観測



- ・海上の水温、風速、水蒸気量等を従来より格段に高い世界最高の空間分解能、頻度(数時間毎)で観測が可能。
- ・人工電波分布を高頻度に把握でき、電波の周波数特性等の詳細把握が可能。

(2) 海洋状況把握

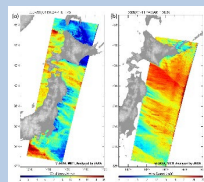
広域に船舶の電波情報をマッピングし、不審船の識別能力や、気象・海象の高頻度把握による予測能力の高度化により、海洋状況把握能力の高度化に貢献



人工電波、海面水温、海面塩分、海上風速のデータプロダクトを開発、活用

(3) 洋上風力発電

海上風速の高頻度・高空間分解能観測により、「高精度な風況予測モデル開発の端緒を拓く」。これにより、2040年にはエネルギー需要の10%を支える洋上風力発電の効率的運用に貢献。



(4) 持続可能な漁業

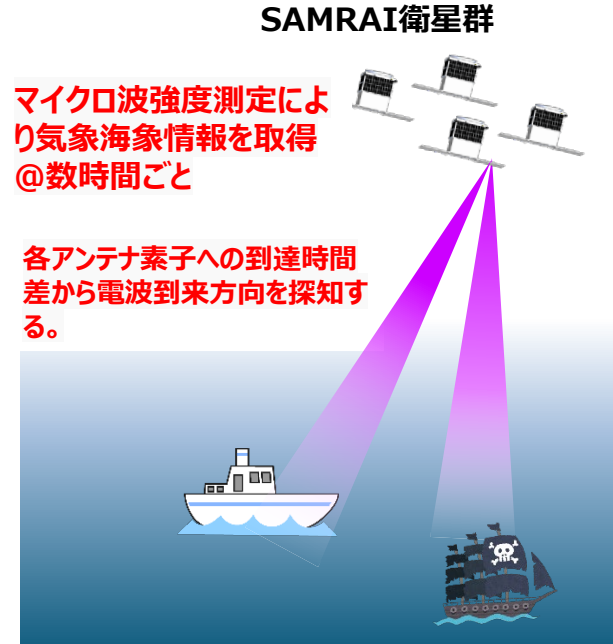
高頻度・高分解能な海面水温を用いた漁場探索を沿岸部にも適用するほか、海面塩分による潮流情報を提供し、持続可能な漁業の実現に貢献。



SAMRAIの超広帯域マイクロ波観測データは、これまでなかった観測データであり、上記利用分野以外の新しい利用についても今後アカデミア等と連携し、探索していく方針。

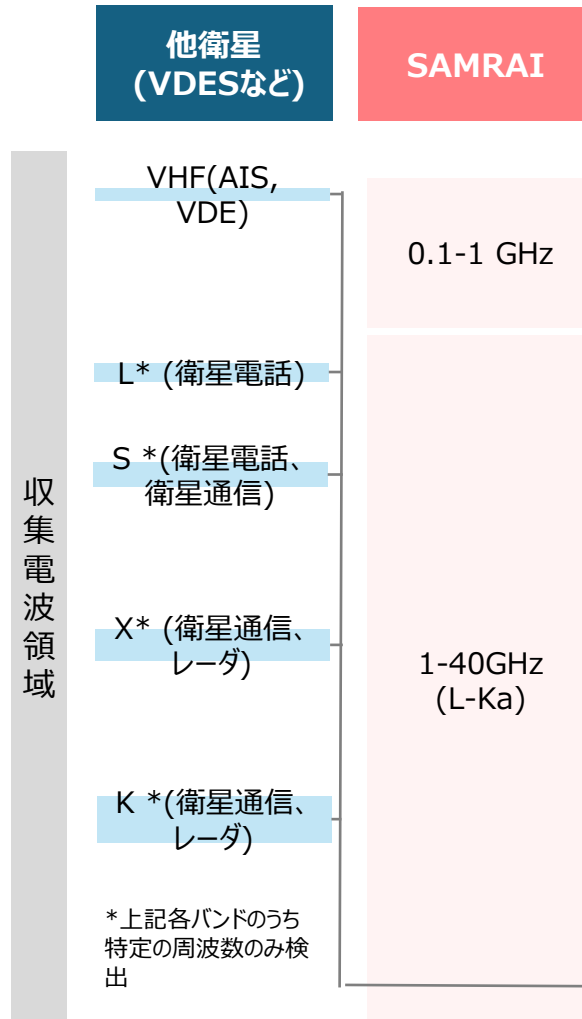
【補足説明】SAMRAIの海洋状況把握分野における想定ユースケース

観測原理



	Before (Hawk Eye 360)	After (SAMRAI)
位置推定に必要な機数	3-4	1
位置推定精度	不明	±3km
発信源識別 (個体検知)	不可	27MHz分解能より発信源識別が可能

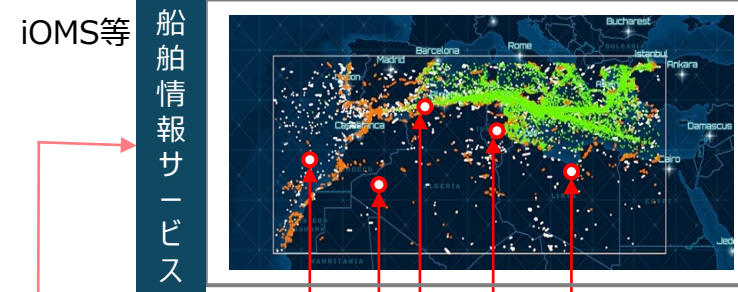
取得データ



データ利用

SAMRAIによるスクリーニングマップ

SAMRAIにより、1-40GHz内の電波情報を漏らさず3kmの精度でマッピングするとともに、他衛星が観測できない信号発信源を数十分毎に追跡する。



取得データを販売

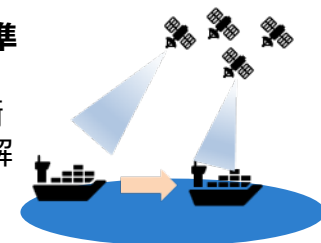
他衛星群の観測漏れを捕捉

+

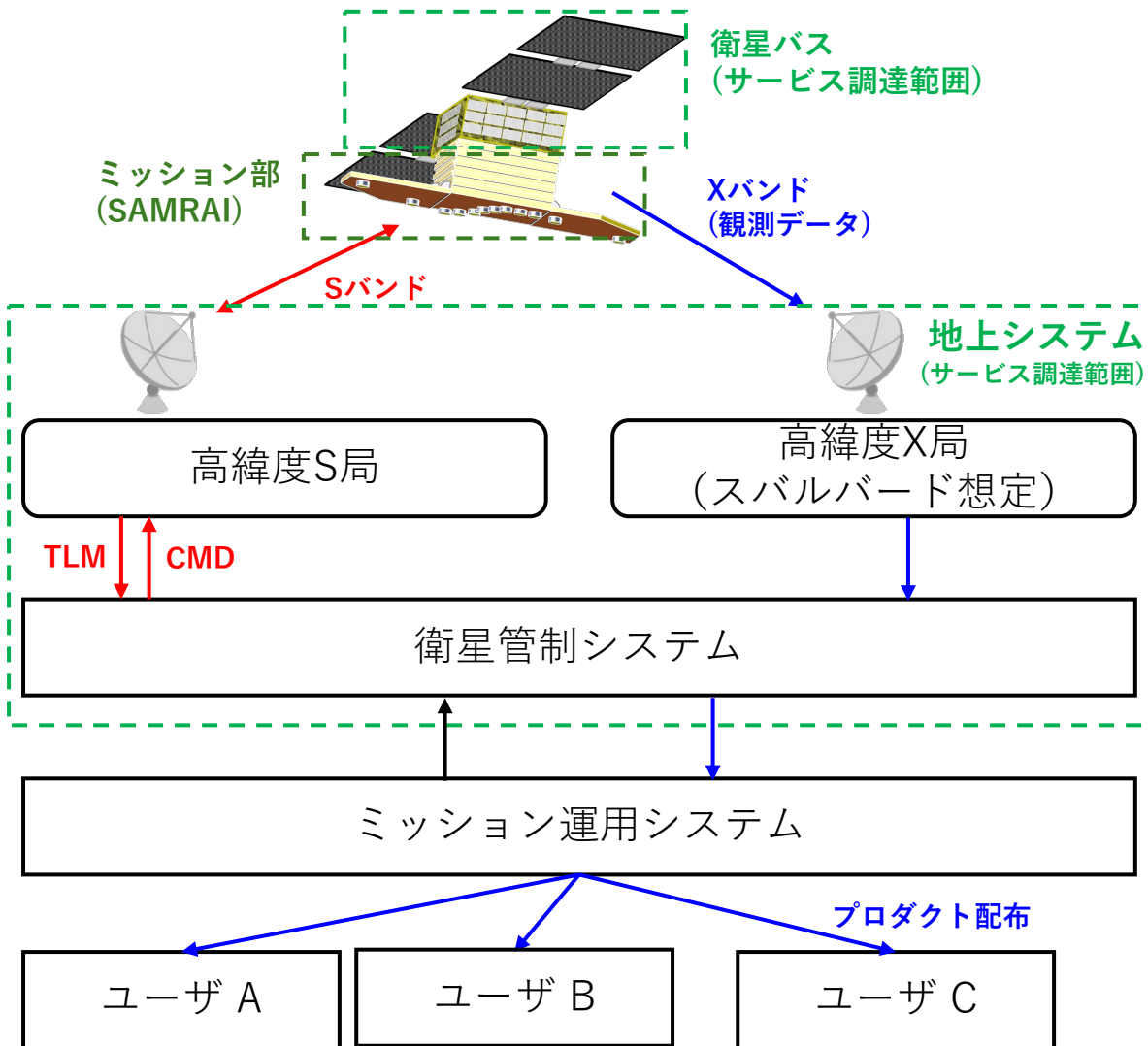
観測可能な範囲は準リアルタイム追跡を行う。

超小型衛星群による準リアルタイム追跡

VDESなどの超小型衛星群による高時間分解能観測



【補足説明】SAMRAI概要



- SAMRAI衛星実証機の所有権：サービス提供事業者（衛星搭載SAMRAIは除く）
- ロケット調達：サービス提供事業者
- 関連法規の対応：サービス提供事業者

SAMRAI衛星における衛星バスや地上システムの開発およびそれらを用いた軌道上データを提供する技術サービスだけでなく、将来のSAMRAI衛星（実用機）を活用した我が国事業者による事業化検討も調達対象から国内調達により実施。



※：ベルギーに本社、ベルギーで無線局免許取得予定

観測運用		日本のEEZを含む領域 朝・夕1パスずつ
設計寿命		打上後1.5年以上
打上げ時期		2027年度
軌道	種類	太陽同期軌道
	高度	525 km ± 25km
	軌道傾斜角	97.5度
	昇交点	21:30 ± 0.5h

