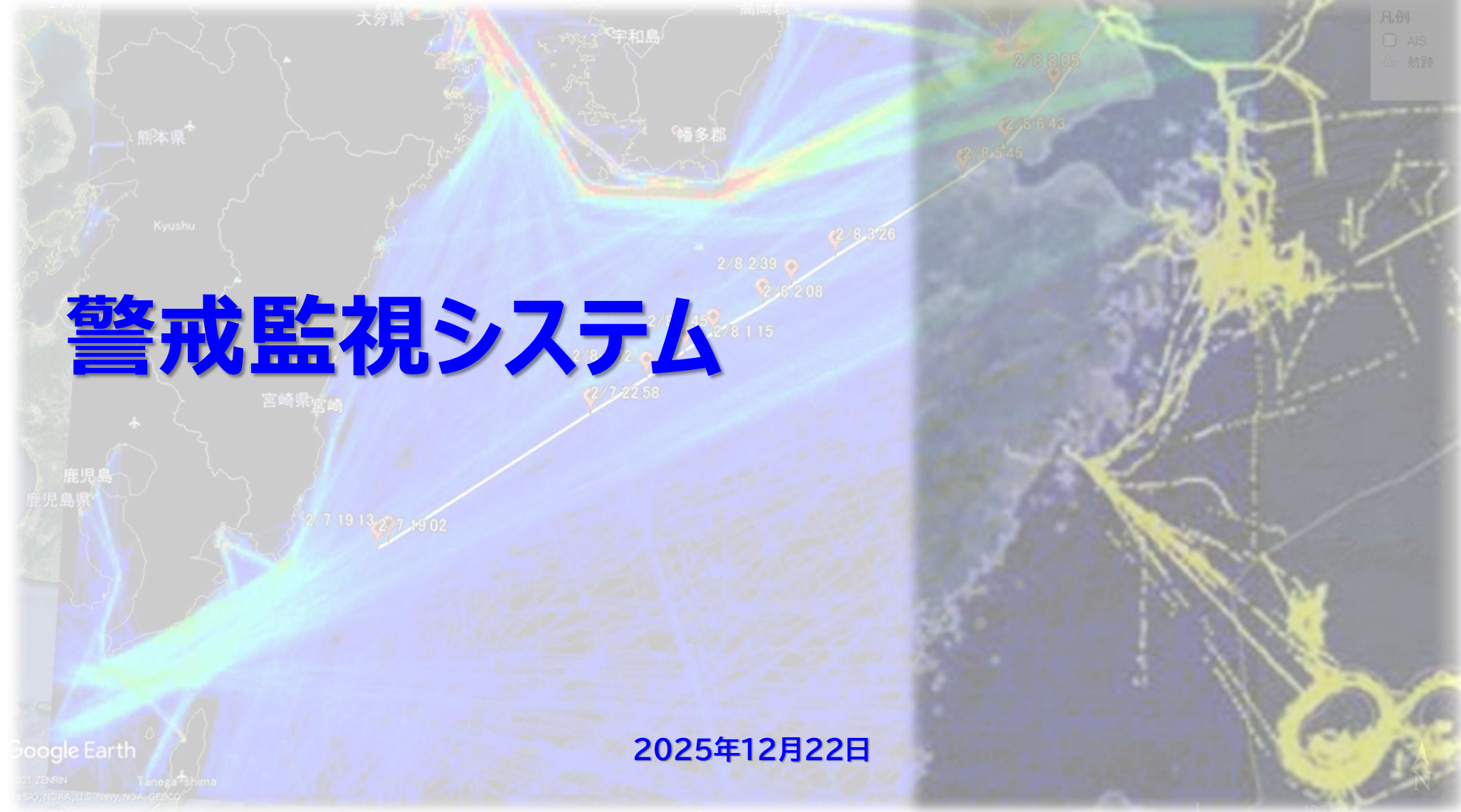


第12回海洋安全保障シンポジウム

警戒監視システム



杉本孝幸

(元海上自衛隊呉・横須賀地方総監、前ハーバード大学シニアフェロー)

目次

- 1.発表の趣旨
- 2.警戒監視システム例
- 3.警戒監視システムの進展および概要
- 4.警戒監視システム構成アセット
- 5.警戒監視システムの適用領域拡大
- 6.運用者への具体的提供例
- 7.今後

1. 発表の主旨

地政学的にも不確実な状況である昨今の国際情勢において、宇宙・陸上・海上・海中・空中など全領域における常続的な状況把握、特にアセットの動向把握は極めて重要。

その目的達成のため、既に具体的運用のための使用が開始されている代表的なシステムの概要を示し、新興技術が現在の作戦の前提となる必須の支援システムとなりつつある現状及び今後の課題について紹介する。

警戒監視システムの流れ

①情報要求→②情報収集→③評価・分析→④配布展開(捕捉・追尾)



昨今、情報要求の個別化による、評価・分析への
カスタマイズニーズへの効率的対応の必要性



運用者による実運用任務に資するオペレーションシステムへ

2. 警戒監視システム例（国内及び欧米）

各国で警戒監視システムの取り組みが行われており、わが国では、三菱電機ソフトウェア、東陽テクニカ、三菱重工、NEC、IHIジェットサービス等が海洋及び他の領域を中心とした警戒監視システムを運用・開発している。

欧米では、MDA(カナダ)、KONGSBERG(ノルウェー)、CLS(フランス)が主に海洋監視システムとして先行。

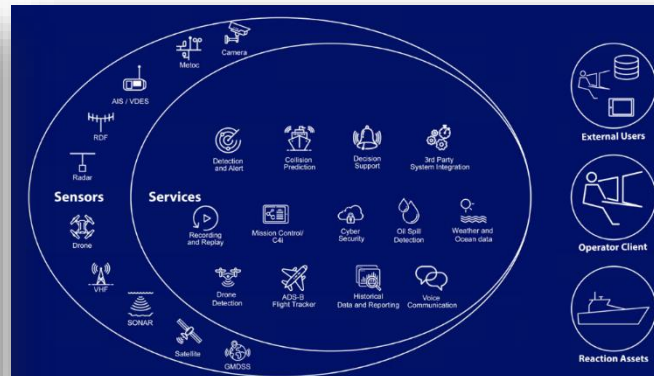
海外の海洋監視システム提供会社



KONGSBERG



Dark Vessel Detection

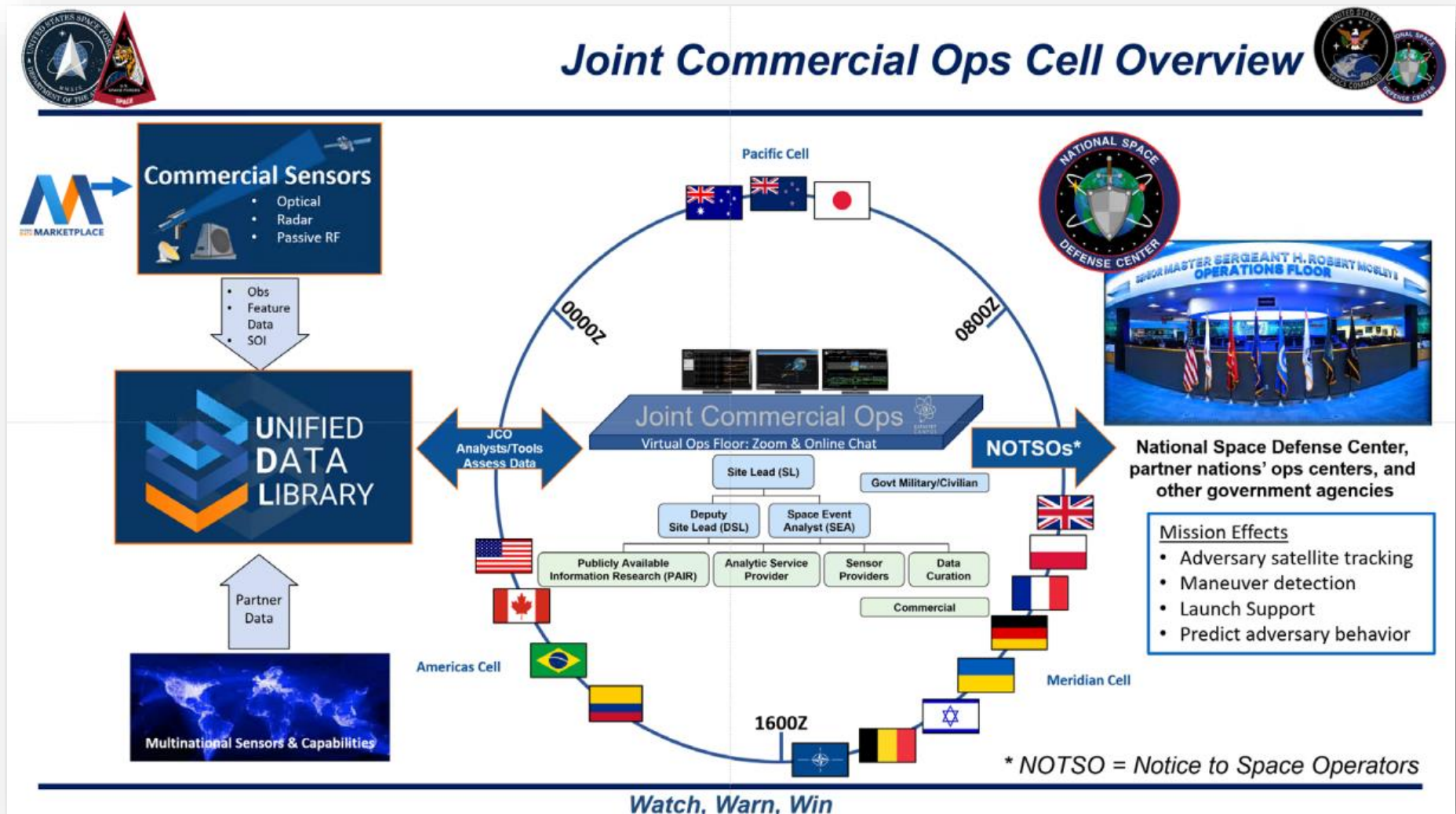


Norcontrol



2. 警戒監視システム例（米国）

米国宇宙軍では、2020年JCO(Joint Commercial Operation)セルの取り組みを開始。統一化されたデータレイクUDL(Unified Data Lake)を用いて、民間の技術、情報を利活用し、迅速な分析により、官の任務を効率的に遂行可能。



3. 警戒監視システムの進展および概要

警戒監視システムは急速に進展しており、従来の単なる“点”(いる/いない:見える/見えない)から、重層的な情報フィルタによる“線”(トラッキング)としての情報へ

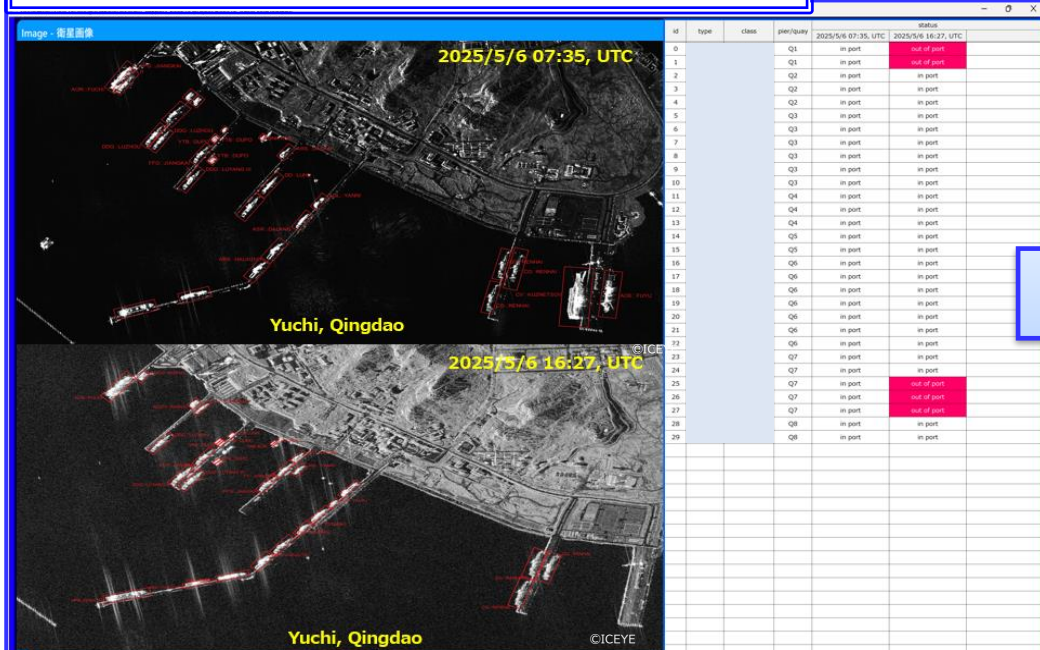
<従来>

数個・数種類の衛星データ(SAR、光学画像等)から、アトラダムな時系列による停泊状況や複数の“点”としての目標情報を、運用者が整合・判読

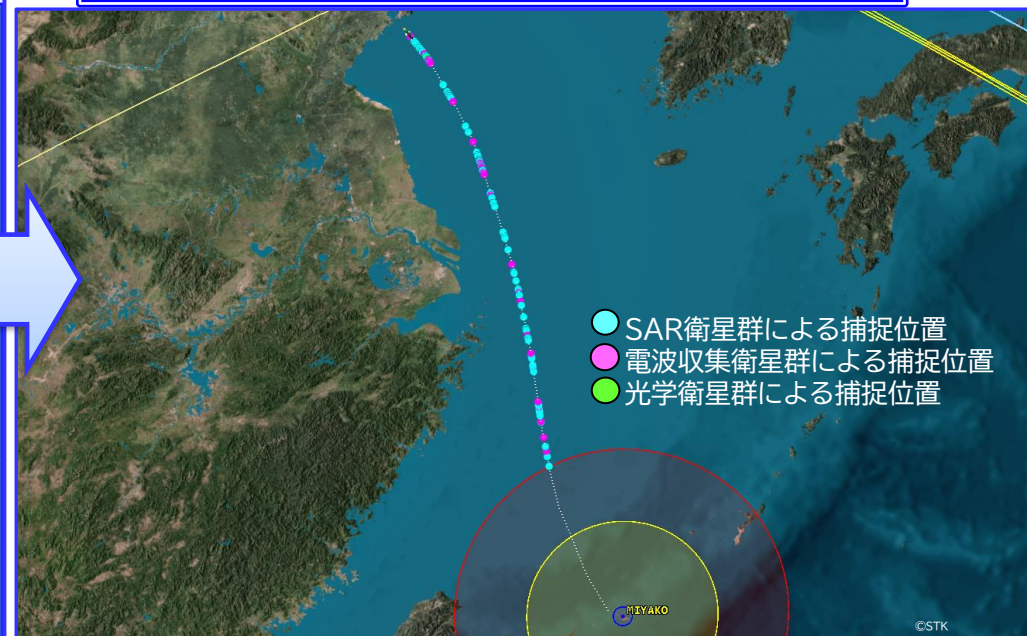
<現在～近い将来>

AIによる警戒監視業務を、運用者の作業による整合・判読ではなく、自動化して可視化

衛星画像の活用, AIによる艦艇入出港 自動監視技術

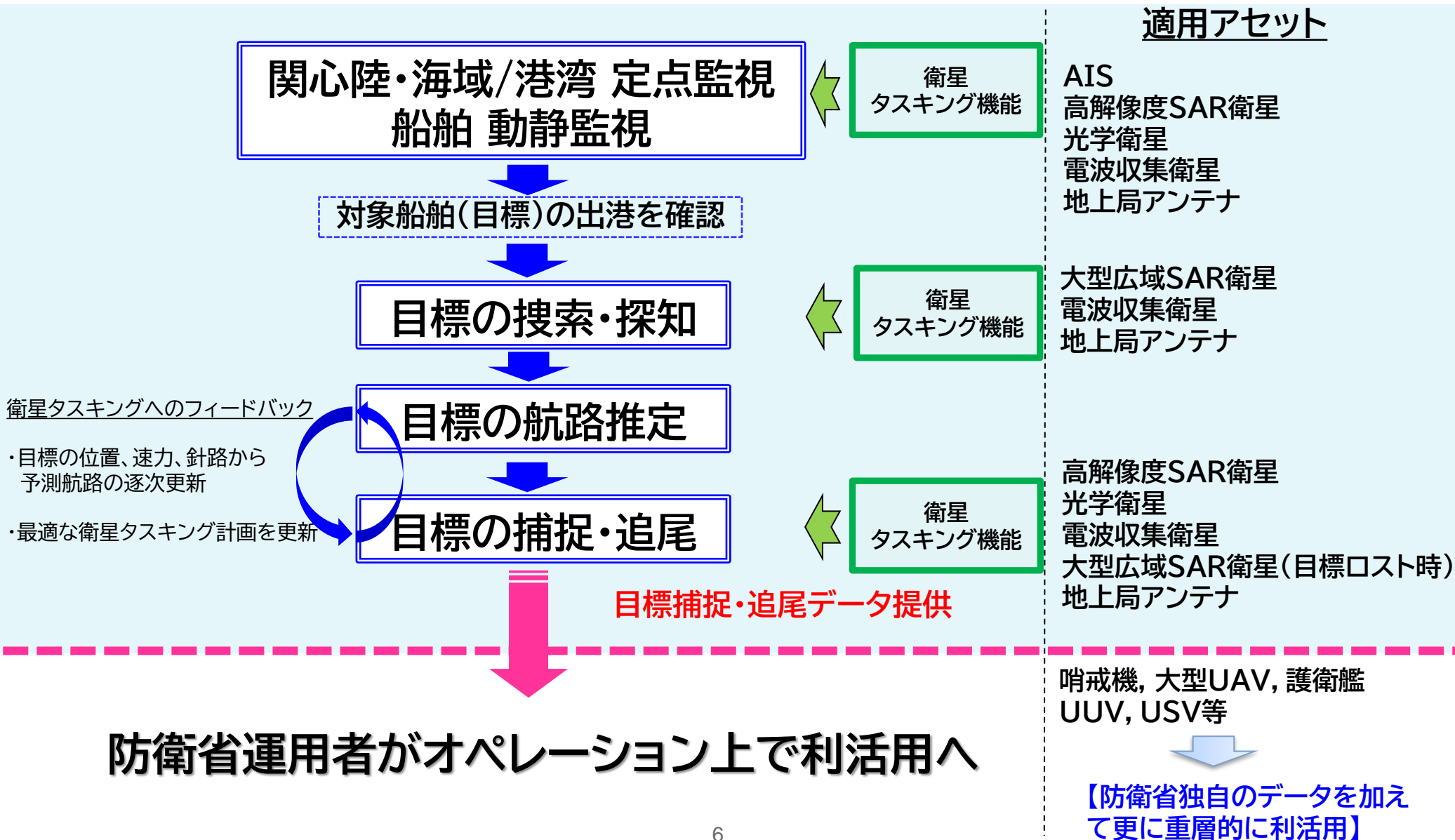


各種民間衛星の活用, AIによる出港後の艦艇追尾技術



3. 警戒監視システムの進展および概要

衛星データ等を、特定地点や領域において計画的かつ重層的に取得し、目標の識別、捕捉、追尾を実施



4. 警戒監視システム構成アセット

各種衛星、無人機、その他のアセット情報を重層的に融合させ、カスタマイズして提供

光学衛星例

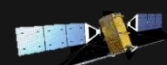


光学画像

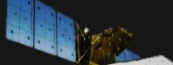
SAR衛星(一例)



ICEYE
Synspective,
QPS等



RADARSAT-2(MDA)



ALOS-2(JAXA)

SAR画像

AIS衛星



Iridium衛星

AIS信号

ELINT衛星

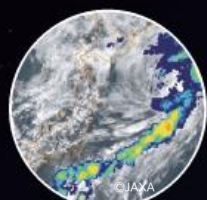


電波情報

無人機



UAV



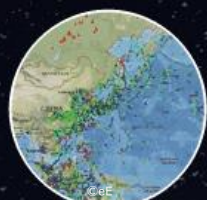
光学画像

(港湾・陸域情報収集)



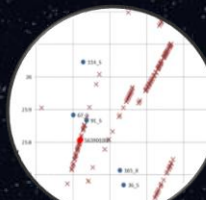
SAR 画像

(船舶・車両検出)



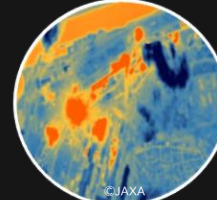
AIS 情報

(船舶動静)



電波情報

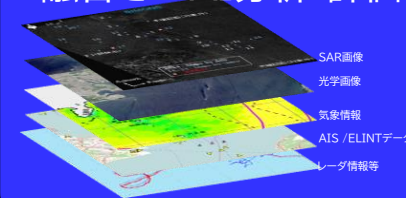
(船舶・陸域物体・施設動静)



分光情報

(地上/海上対象物判読・識別)

各種情報を重層的に
融合させAI分析・評価



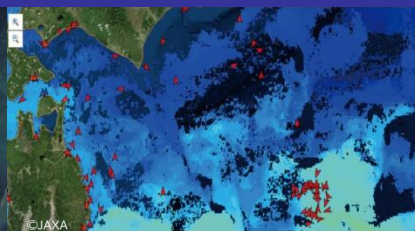
運用者の作戦に応じたカスタマイズ・AI分析・評価結果を提供



オイル検出



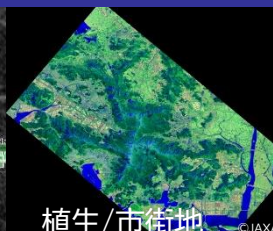
船舶検出・追尾



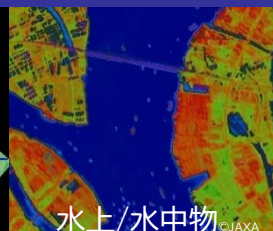
気象・海象&AIS



陸域モニタ



植生/市街地



水上/水中物

5. 警戒監視システムの適用領域拡大

我が国の安全保障機関は、一部の機関で、警戒監視システムとして海洋監視を日夜行っている。昨今、運用者のニーズは、海上から海中、空中、陸上まで拡大するとともに、防災・減災へも利活用が拡がりつつある。

海洋監視システム

衛星データ、無人機データ等を融合し、対象船舶を早期検知・識別し警戒表示



多領域監視システム

海洋に始まり、海中、陸域、空域までのトータル領域の情報分析結果を提供

統合システムソリューションへ拡大・成長

情報融合

衛星データ
無人機データ
テキスト情報
(保安情報、国連制裁)



インテリジェンス 提供

情報分析
動静把握
変化抽出
行動予測



反撃力

海・陸・空の
アセットと連係



6-1. 運用者への具体的提供例

(多領域監視システム)

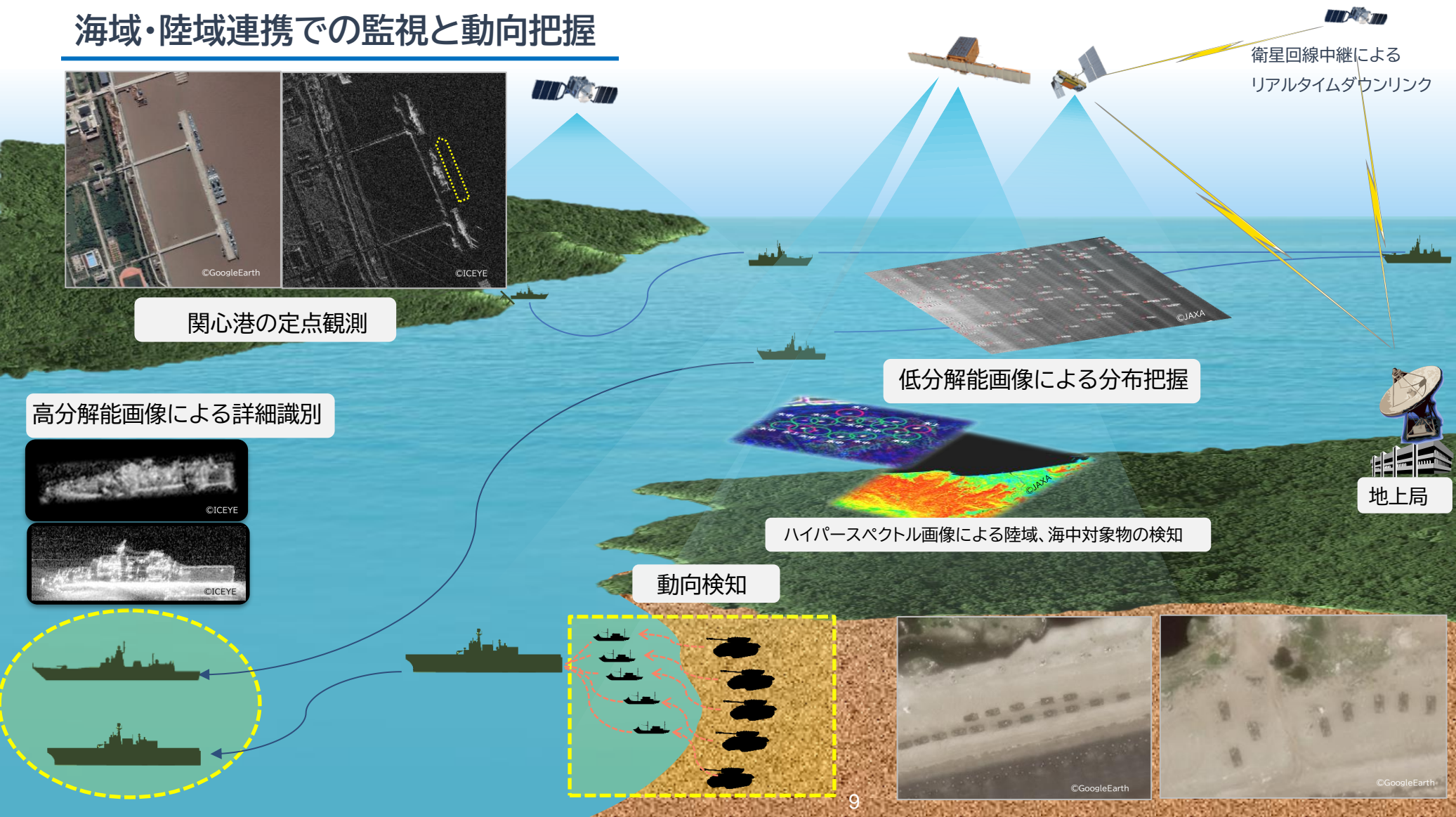
警戒監視システムは、広範囲を監視し、分析結果をニアリアルタイムで提供。

高解像度画像により、船舶の動きや積載物を特定し、全天候型の監視が可能。

不審な活動の早期発見と迅速な対応を促し、長期的なデータ蓄積による異常パターン分析も可能。

無人機データを取り込むことで、戦術的目的で水中～陸域、海域、空域のトータル領域でインテリジェンスを提供。

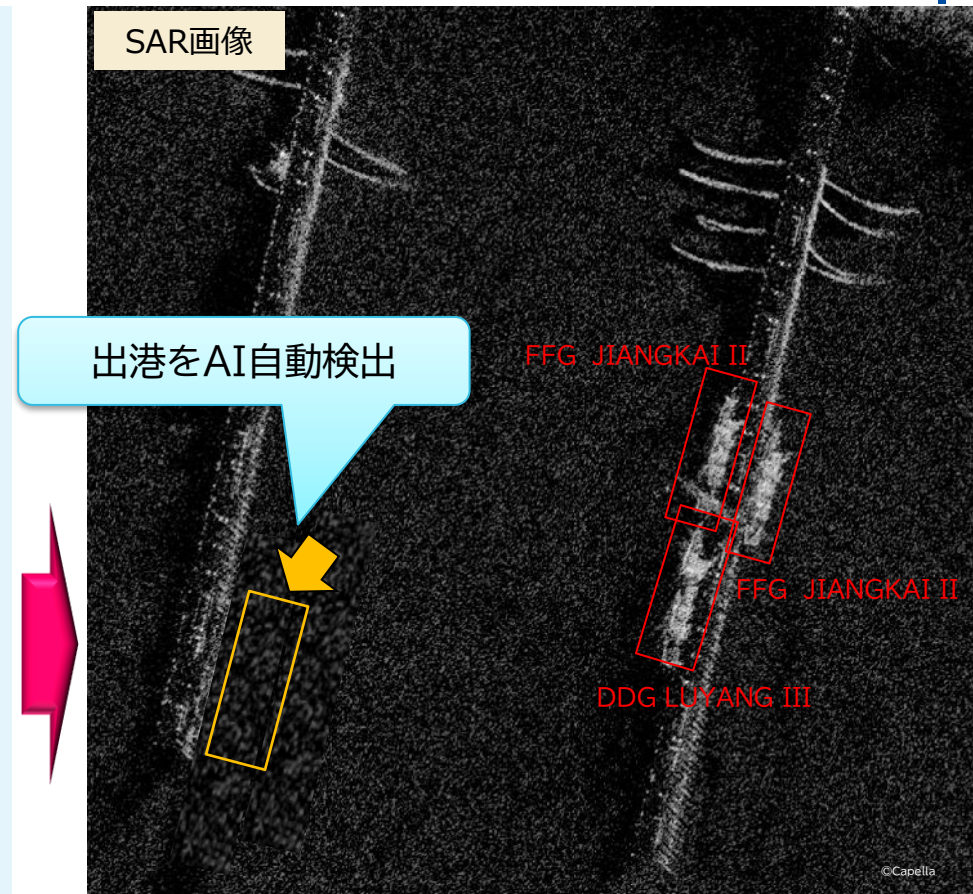
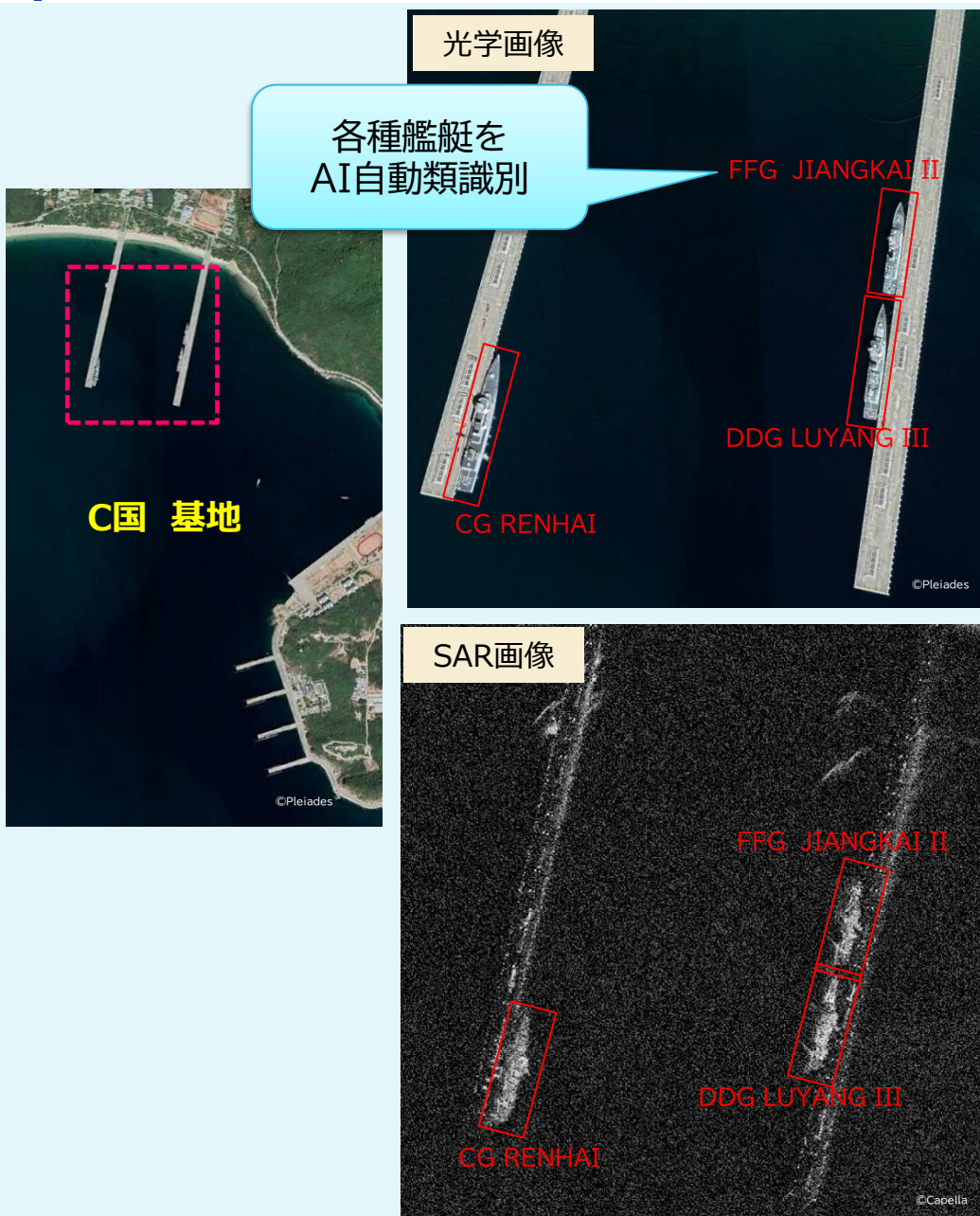
海域・陸域連携での監視と動向把握



6-2.運用者への具体的提供例

(衛星データ定点監視1)

AIを活用した画像検出・識別技術により対象艦艇の出港を確認



CG RENHAI 1隻 出港を確認



アラート発報

6-3.運用者への具体的提供例

(衛星データ定点監視2)

AIを活用した画像検出・識別技術により陸上対象車両の移動を確認

- ・高解像度SAR衛星画像から
軍用車両が集結しつつあることを確認



アラート発報

6-4.運用者への具体的提供例 (AI自動類識別ツール)

衛星画像の自動AI処理により、軍用車両や船舶等を自動類識別

AI自動類識別の判定精度を向上させるために“教師データ”を多様な状況で整備することが重要。

また自動判定が誤っていても運用者が訂正可能で、AI精度はさらに向上する。



類識別結果を
リストとして出力

定点監視

AI処理

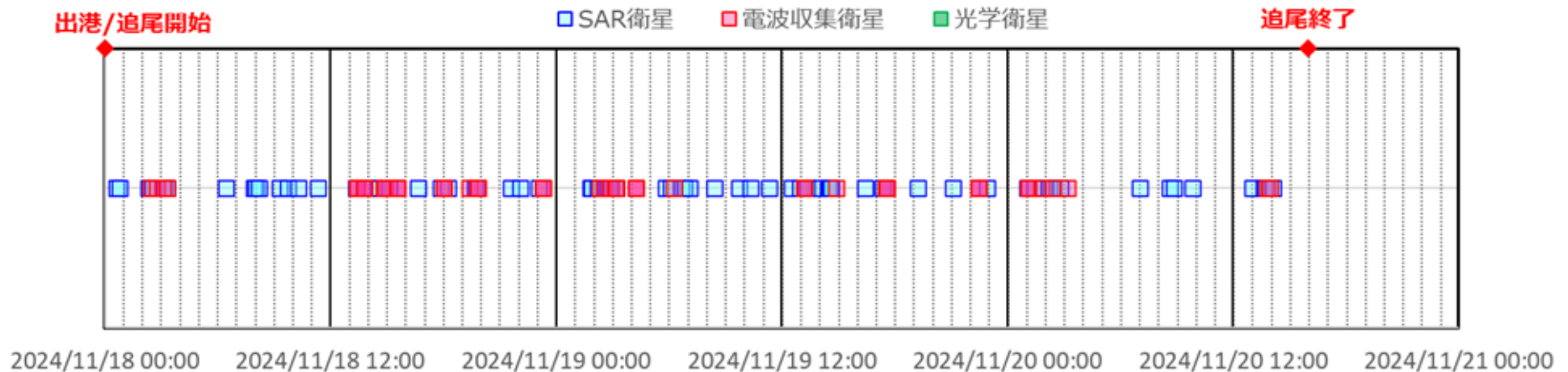
自動変化抽出

アラート発報

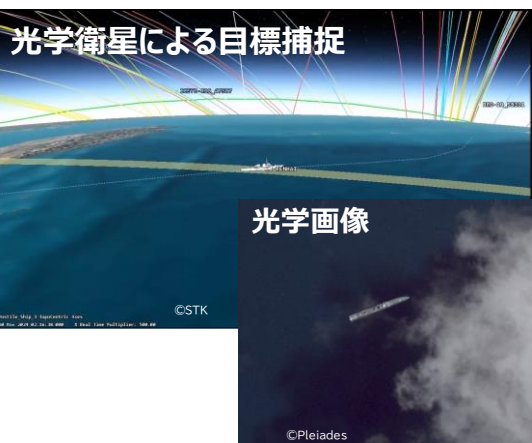
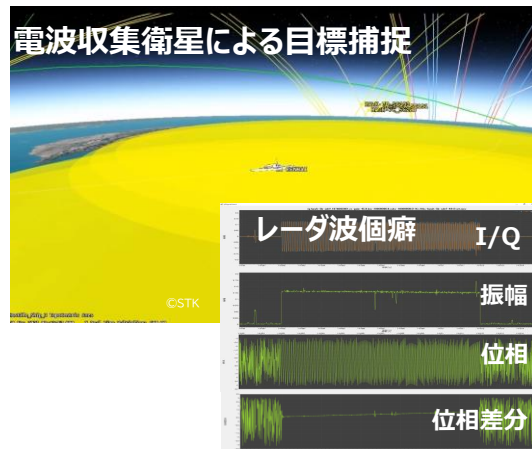
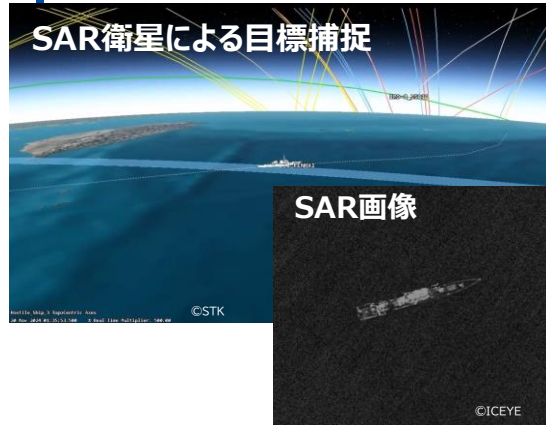


6-5.運用者への具体的提供例(衛星データ目標捕捉・追尾機能 1/2)

航路推定と推定航路に沿った衛星タスキング計画を策定, 実行し, 目標艦艇を捕捉・追尾

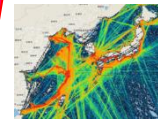


6-5.運用者への具体的提供例(衛星データ目標捕捉・追尾機能 2/2)



- ・光学衛星, SAR衛星, 電波収集衛星等 各種衛星による連続的な目標捕捉
- ・取得データをAI処理することで航行中の艦艇類別, 速力, 針路等を予測

艦艇AIモデル



AIS監視情報



- ・予測した速力, 針路等から目標艦艇位置を推定
- ・衛星タスキング実施し, 衛星データ取得
- ・AIにより同一艦艇であることを自動識別
- ⇒ 目標艦艇の航跡を生成



目標艦艇
航跡生成



6-6.運用者への具体的提供例

(ELINT情報分析)

電波衛星の電波指紋解析により、特定対象をデータベース化し、特定・追跡に利活用中。

光学(EO/IR)
ハイパースペクトル

SAR

電波収集衛星

衛星AIS

画像

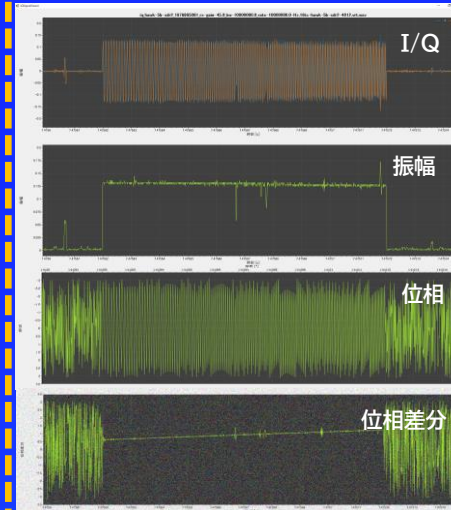
画像

船舶特定情報

電波諸元
電波特性情報

船舶特定情報

I/Qデータから電波特性波形を再生



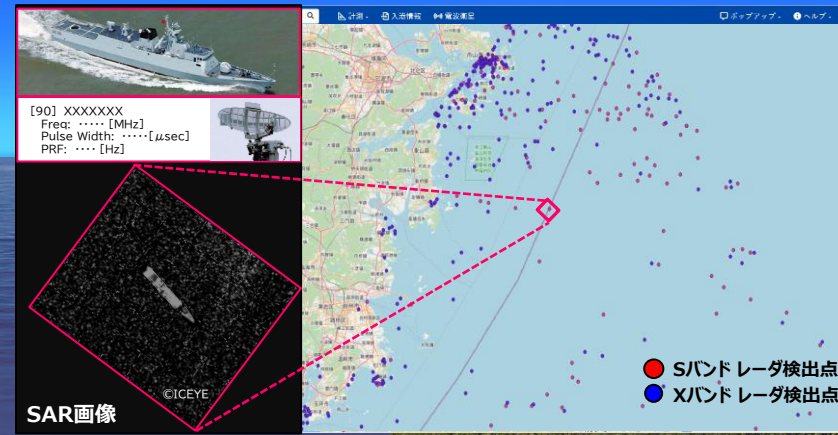
船舶特定情報/電波諸元

MMSI	ShipName	Date, UTC	Freq [MHz]	PRF [Hz]	PW [μsec]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

データ照合

RFデータベース
関心船舶/電波諸元・電波特性情報

送信源特定・表示(見える化)



船舶特定情報

沿岸AIS

AIS未発信船をDark Shipとして特定・追跡

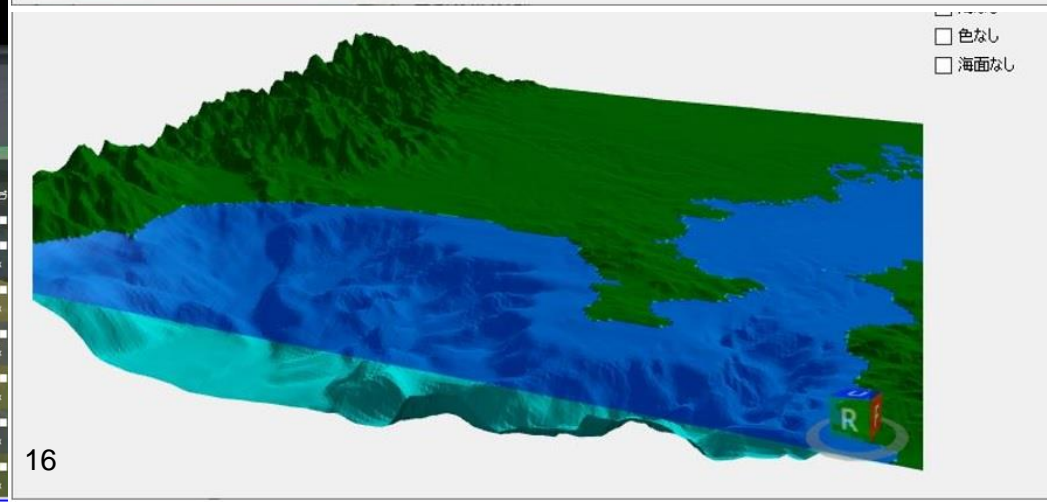
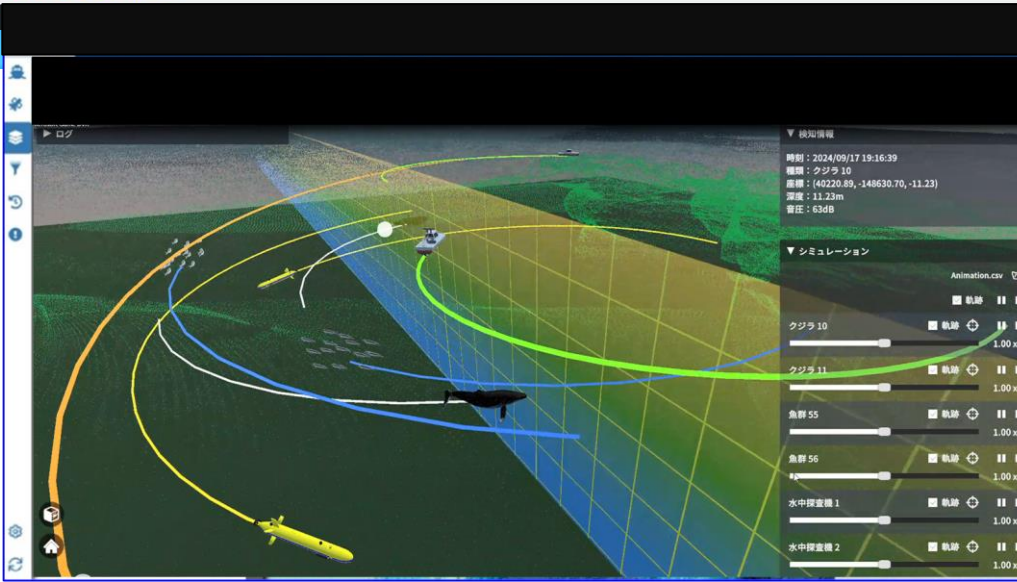
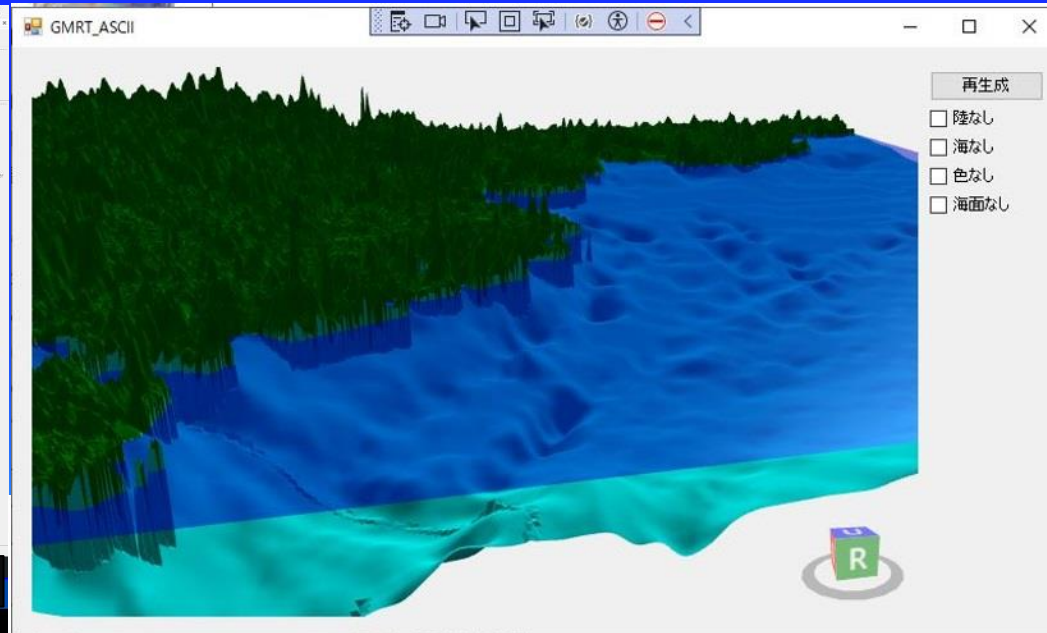
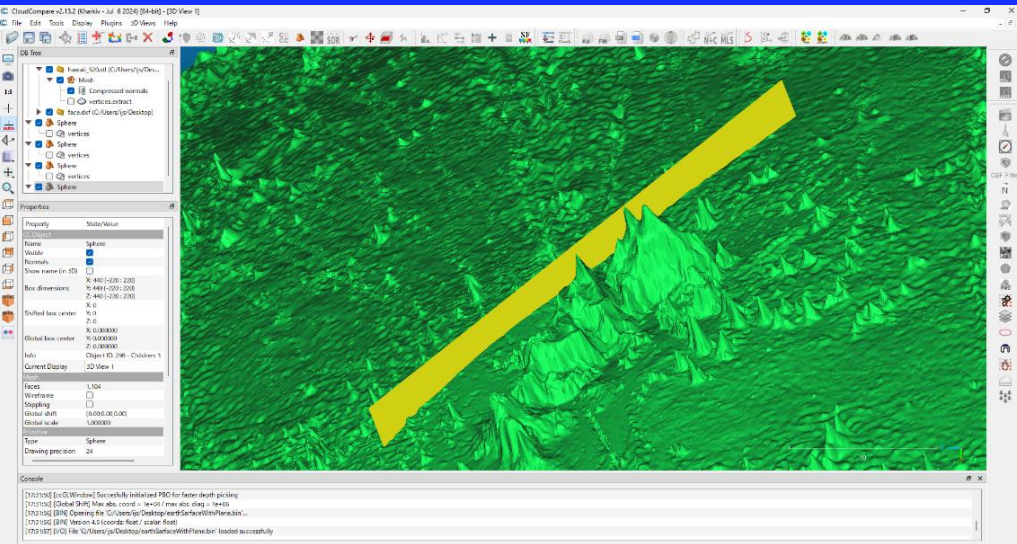
6-7. 運用者への具体的提供例

(海中状況把握)

海中状況把握(UDA: Underwater Domain Awareness)

警戒監視システムを海中状況まで拡張すべく、海底地形図の3D表示&センサによる対象物探知等の情報を可視化

GEBCO (Global Bathymetry and Topography Dataset)



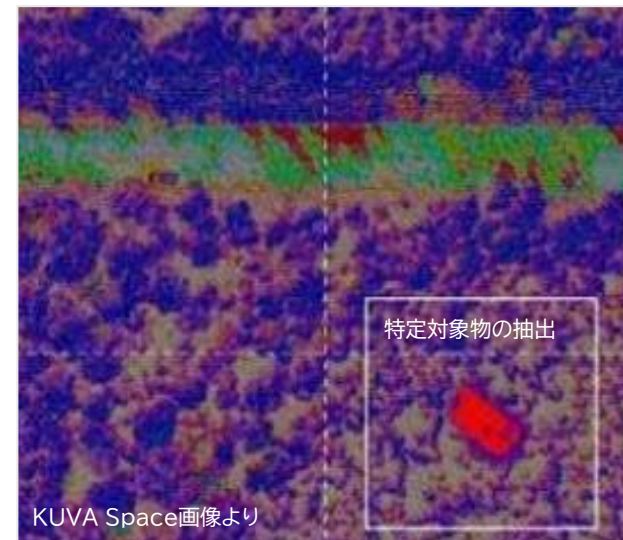
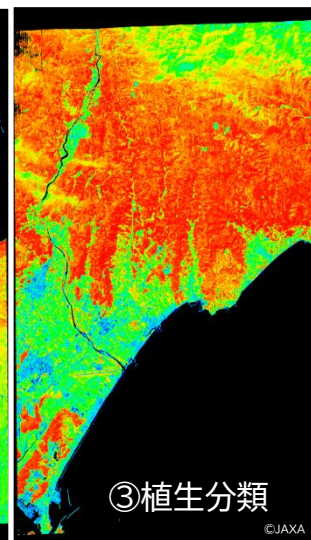
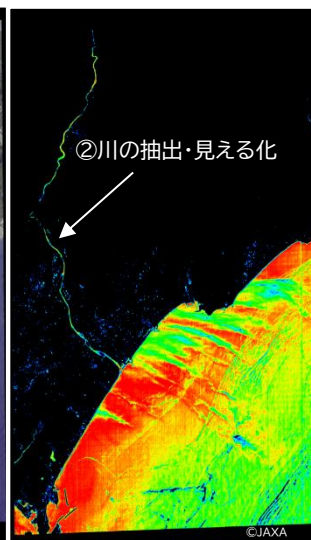
6-8.運用者への具体的提供例

(分光解析技術の利用)

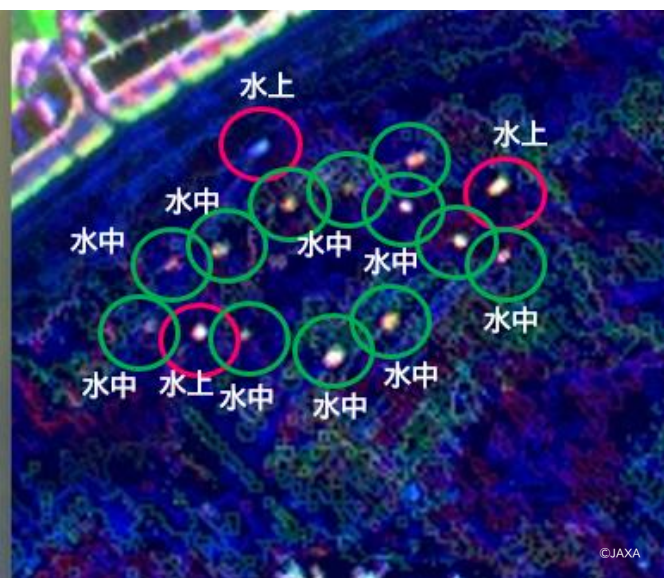
ハイパースペクトルカメラ画像分析（宇宙ステーション搭載HISUIカメラ事例）

分光解析により、地上・海中の対象物の判読・類識別技術を開発し、機能強化中。

目で見えない
波長を分光解
析し、特定対象
物を可視化



- ・自動地図作成で土地属性判読
- ・対象物の類別表示
- ・水上の船舶、水中物の把握



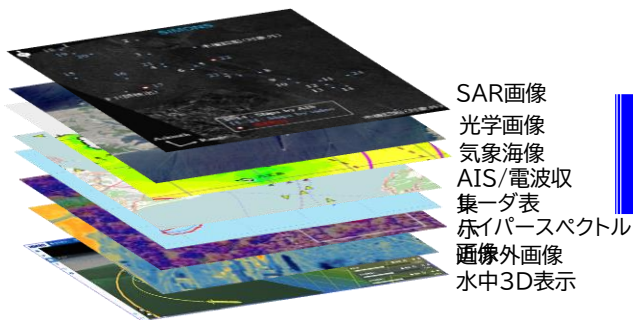
7. 今後

1. 防衛省・自衛隊のシステムとの接続・融合

民間開発の警戒監視システムの機能を、秘匿性等のセキュリティを踏まえた上で、防衛省の各自衛隊のシステムと接続・融合し、オペレーションの利便性を向上(1つの画面で運用)させることが望まれる。

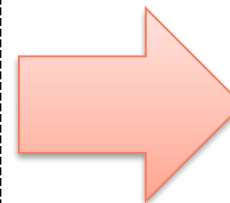
民間警戒監視システム

- ・各種情報の重畳、評価分析機能提供
- ・分析結果提供



各種データ重畳による艦艇 識別・追尾情報

融合・接続



防衛省 システム

民間データとの融合により以下が期待される

- ・目標データの精度向上
- ・運用の簡易化, 省力化
- ・データ表示の簡素化

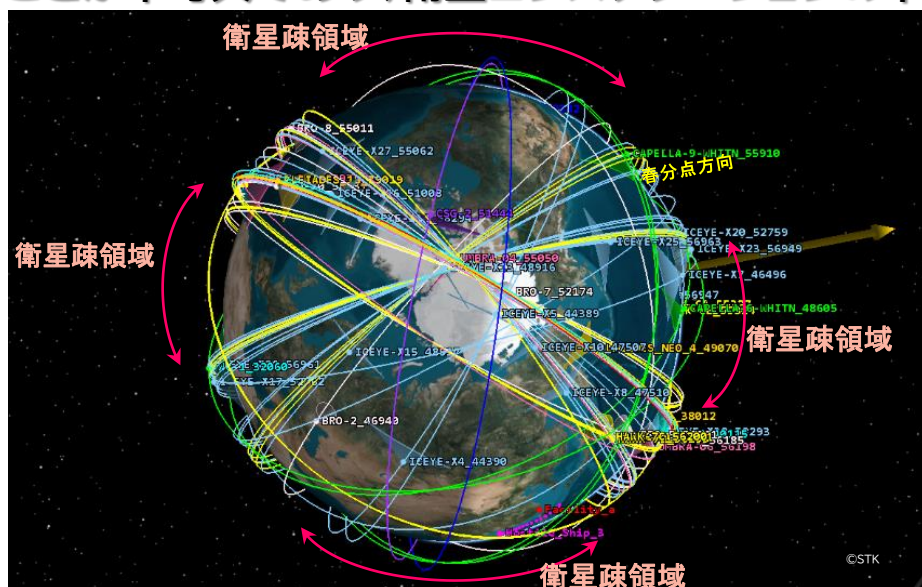
2. 地上局インフラ整備

よりリアルタイムな目標の捕捉・追尾等を途切れなく行なうためにも、衛星自体の個数増加や開発のみならず、衛星回線増強のためにも、基盤となる地上局インフラ整備も必要である。

7. 今後

3. 衛星コンステレーションの整備

常続的に全球もしくは運用者の関心エリアをカバー出来るだけの衛星数が充分ではなく、途切れない連続的な目標の捕捉・追尾等が充分に出来ない。各種衛星を増やし、その最適軌道配置を行なうことが不可欠であり、衛星コンステレーションの早期充実整備が必要である。



現状の商用衛星(SAR/光学/電波)配置(北極から見る)
衛星プロバイダー毎に固有のコンステレーションが組まれているため「衛星数の領域」が複数存在、継続的な監視ができない



【参考】某国偵察衛星の配置(北極から見る)
全球を概ねカバーしており各所 継続的な監視が可能

4. 海洋安全保障の観点から

これらシステムや構成するAI等のアセットが、今までの戦いの全てに替わった上で完結するものではなく、大切なのはこれらを前提として活用した、その先である！

このようなシステムによる警戒監視インテリジェンスを、必要に応じて対潜戦や対水上戦などの攻撃段階へ連携・継続させることが重要である。同時に政府主導での同盟国・同志国との“MDAシステム連携”を図ることも重要となる。

ご清聴ありがとうございました。