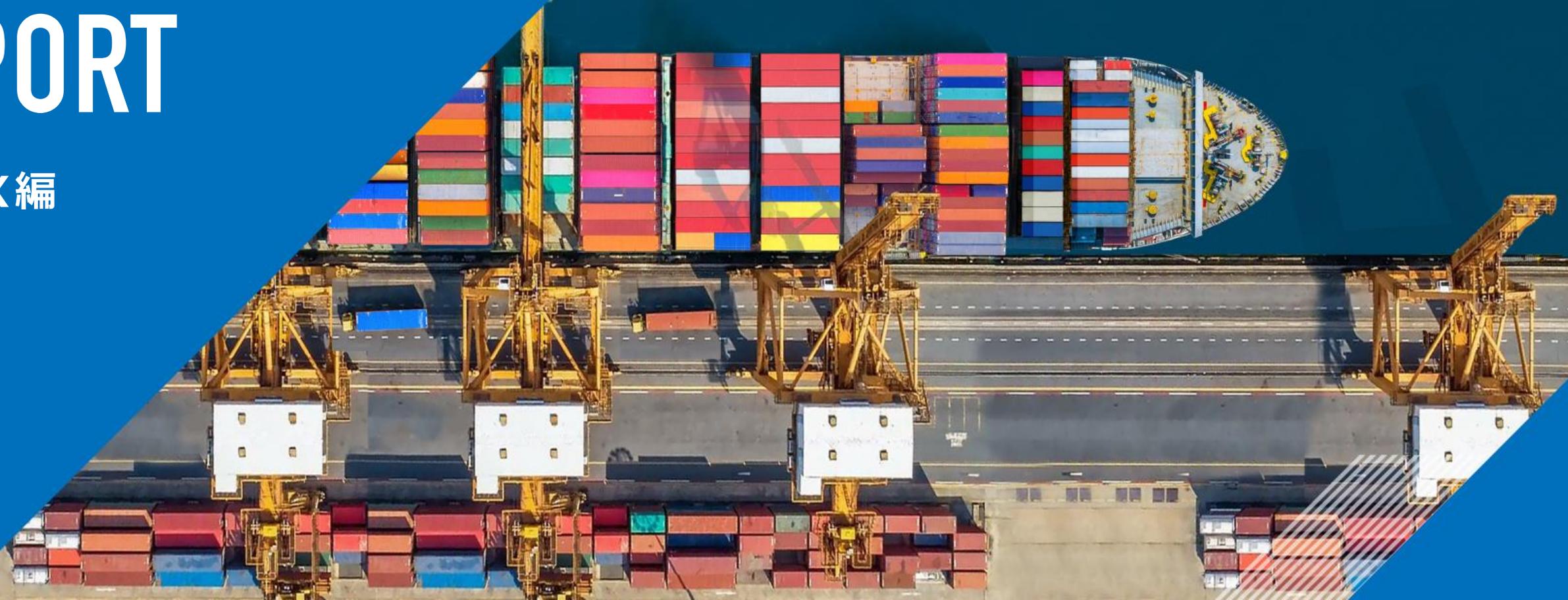


CONSEO REPORT

海洋DX編



① 海洋DXとは



①
海洋DXとは

②
カーボンクレジットにおける
衛星地球観測の貢献

③
衛星を活用した
ユースケース

④
衛星利活用に向
けた情報



日本における海洋の重要性

- 日本の海域※1は世界第6位の広さであり、輸入の99.6%を海上輸送に頼る日本にとって海洋は非常に重要です。近年は日本周辺国の情勢不安定化や世界の重要なシーレーンの脅威が増す等、経済・安全保障の両側面から海洋の重要性はさらに高まっています。
- また、深刻化する海洋プラスチック問題や気候変動問題をはじめとする地球規模課題に対する世界の関心が高まる中、日本が持つ技術への注目も高まっています。

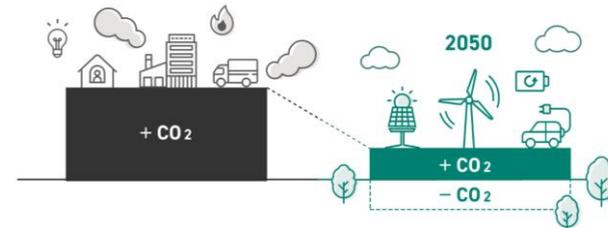
国土面積に対し広い領海



出所：海上保安庁「日本の領海等概念図」を基に追記

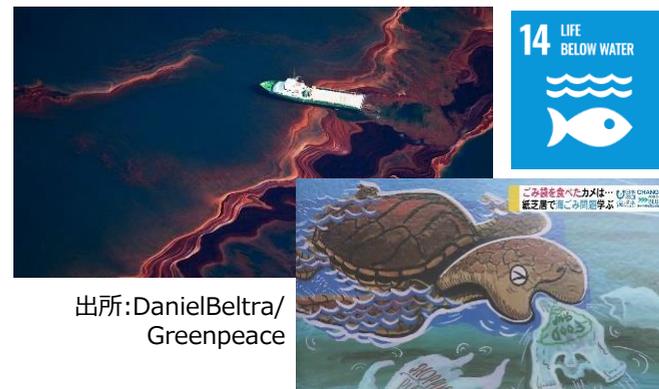
カーボンニュートラル

2020年10月、政府は温室効果ガスの排出を2050年までに全体としてゼロにすることを宣言。洋上風力発電は再エネ主力電源化の「切り札」。



出所：環境省脱炭素ポータル

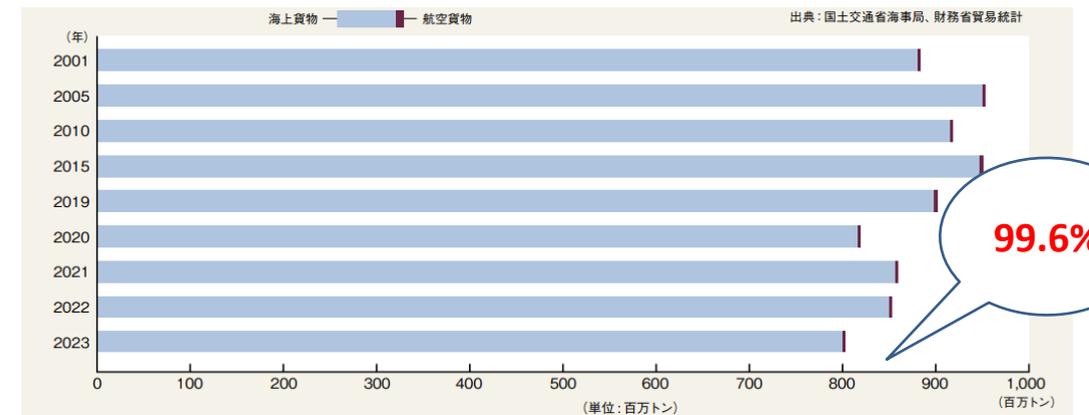
深刻化する海洋汚染問題



出所：Daniel Beltra / Greenpeace

出所：海と日本プロジェクト

我が国の貿易に占める海上貨物



出所：日本海事協会

シーレーンの情勢不安定化



出所：JETRO

※1：領海と排他的経済水域を合わせた面積。

さまざまな分野で進む海洋DX

- 現在、あらゆる産業において、新たな技術の活用やデジタル化といったDX（＝デジタルトランスフォーメーション）が推進される中、海洋でも例外ではありません。本レポートでは「海運」「海洋状況把握」「洋上風力」「環境」の4分野にフォーカスして整理します。

【海運】

- 海難事故の8割がヒューマンエラーに起因していることや、海運業における人材不足が課題となっている中、日本では2040年までに内航船の50%を自動運航船とすることを目指した取組が進む。
- 地球温暖化に伴う北極海の水氷域面積の縮小により可能となった北極域の航行における水氷分布予測システムの開発や、海底資源開発、気象予測の高度化に向けた研究等が進む。



出所：日本財団

【水産（漁業）】

- 養殖管理の高度化を目的としたAIによる自動給餌システムの開発や、スマートフォンを活用した漁場予測、情報提供ツールの開発等が進む。

【海洋状況把握】

- 「海洋状況把握（MDA）」とは、海洋に関連する多様な情報を集約・共有することで、海洋の状況を効果的かつ効率的に把握すること。
- MDA能力向上のための衛星技術の活用や、新たな通信システムの開発・実証が進む。

【洋上風力】

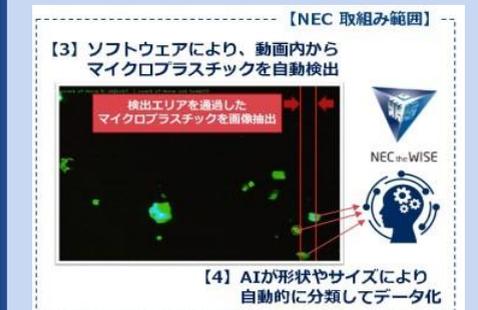
- 洋上風力発電の更なる導入拡大に向けた低コスト化のためのドローン、AI・IoTを活用した設備管理の高度化、建設地域の合意形成の促進を目的としたデジタル技術の活用が進む。



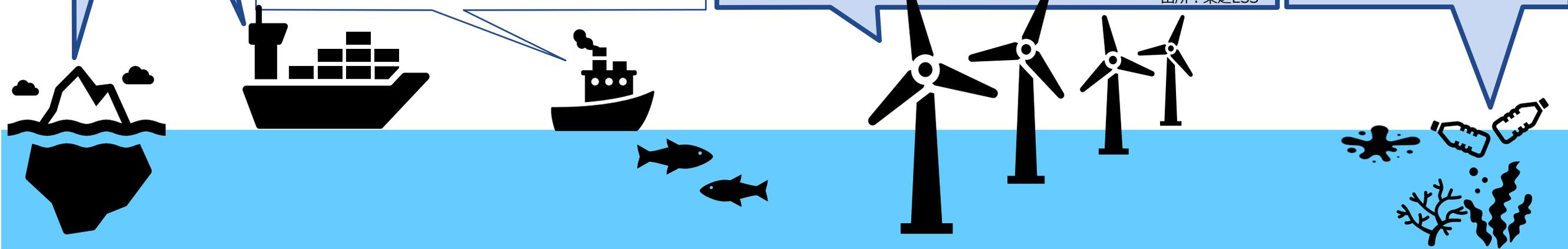
出所：東芝ESS

【海洋環境】

- 海洋プラスチックごみのWebカメラやUAVによるモニタリングの高度化、AIによる自動検出システムの開発等が進む。

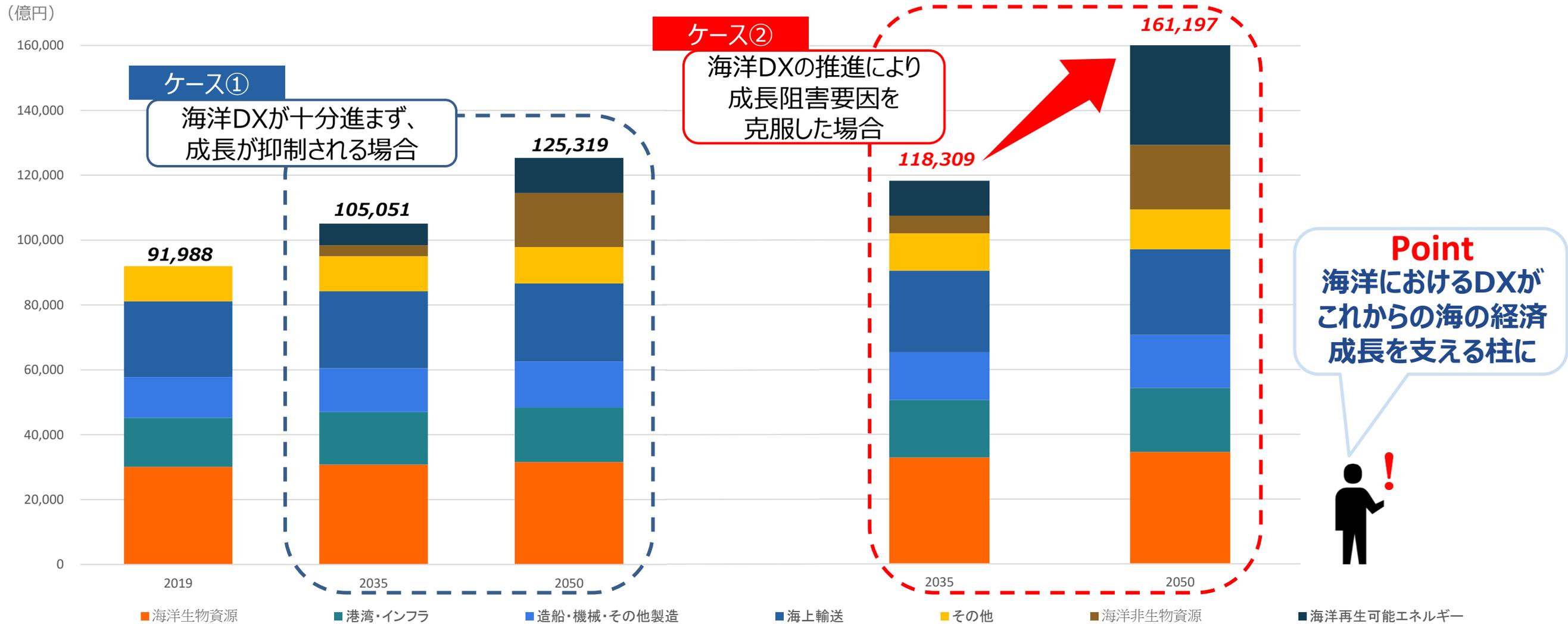


出所：NEC



海洋DX推進による「海のGDP」の拡大

- 日本の海域にかかる関連産業の経済規模を示す「海のGDP」は、海洋DXの取組が十分に普及することで一人あたりの生産性が向上し、人口減少やそれに伴う国内消費縮小等の成長阻害要因の克服へとつながり、将来的には著しく成長することが予測されています。



出所：日本財団「海のGDP」を基に作成

海洋DXにおけるデータの重要性

- 内閣府発表の「海洋基本計画」（第4期）では、**海洋におけるDXを「科学的知見の充実に必要不可欠なもの」と表現し、データを「DXの要」「新産業を生み出す基盤」と位置づけています。**また、各府省庁の施策においてもAI等の最新技術を活用したデータ解析やデータ取得（モニタリング等）の高度化を推進することが明記されています。

第4期海洋基本計画

海洋におけるDXは、海域で発生する自然災害の防災・減災、海洋産業における利用、包括的・持続的な海洋調査・観測を含めた科学的知見の充実に不可欠なもの。

DXの要はデータであり、データは新産業を生み出す基盤となり得るものである。（中略）膨大な海洋データを用いたデータ駆動型研究を推進することで、付加価値を持った情報をもとにしたイノベーションを創出する。

【海事】



・ 海事生産性革命（i-Shipping、j-Ocean）

→IoT・ビッグデータ・AI等の情報技術等を活用した生産性向上に資する革新的技術やシステムの開発・実用化を支援・実証することで、海事産業における競争力の強化等を図る。

・ 自動運航船に関する安全ガイドライン

→事業者による自動運航船の開発と実用化に向けた取組を一層促進。

【海洋状況把握】



・ 海洋開発重点戦略

→重要ミッションとして「海洋状況把握（MDA）及び情報の利活用の推進」を設定し、「衛星データやAI等の活用によるデータ解析手法の高度化」を進めることを明記。

・ 我が国の海洋状況把握（MDA）構想

→MDAの能力強化に向けた今後の取組方針の一つとして、「衛星による情報収集体制の強化」を明記。

【エネルギー】



・ 洋上風力産業ビジョン（第1次）

→洋上風力発電の稼働率向上を目的としたAIを活用した風車の故障予知システムの開発と活用促進等に取り組むことを明記。

・ 洋上風力発電の低コスト化プロジェクト

→コストの3割超を占めるメンテナンスの高度化を実現する技術開発が進む。ドローンによる風車点検の自動化、ロボットによる点検作業の遠隔化等、将来の点検作業の完全自動化に向けた取組を推進。

【環境】



・ プラスチック資源循環戦略

→海洋ごみ実態把握（モニタリング手法の高度化）等を掲げ、2050年には新たな海洋汚染をゼロとすることをグローバルなビジョンとして世界と共有。

・ Atlas of Ocean Microplastic（通称：AOMI）

→海洋表層のマイクロプラスチックモニタリングデータベースを公開。



Point

自動化・新技術導入・イノベーションの促進により海洋のデータがますます重要に

② 海洋DXにおける衛星地球観測の貢献

④
衛星の活用に向
けた情報

③
衛星を活用した
ユースケース

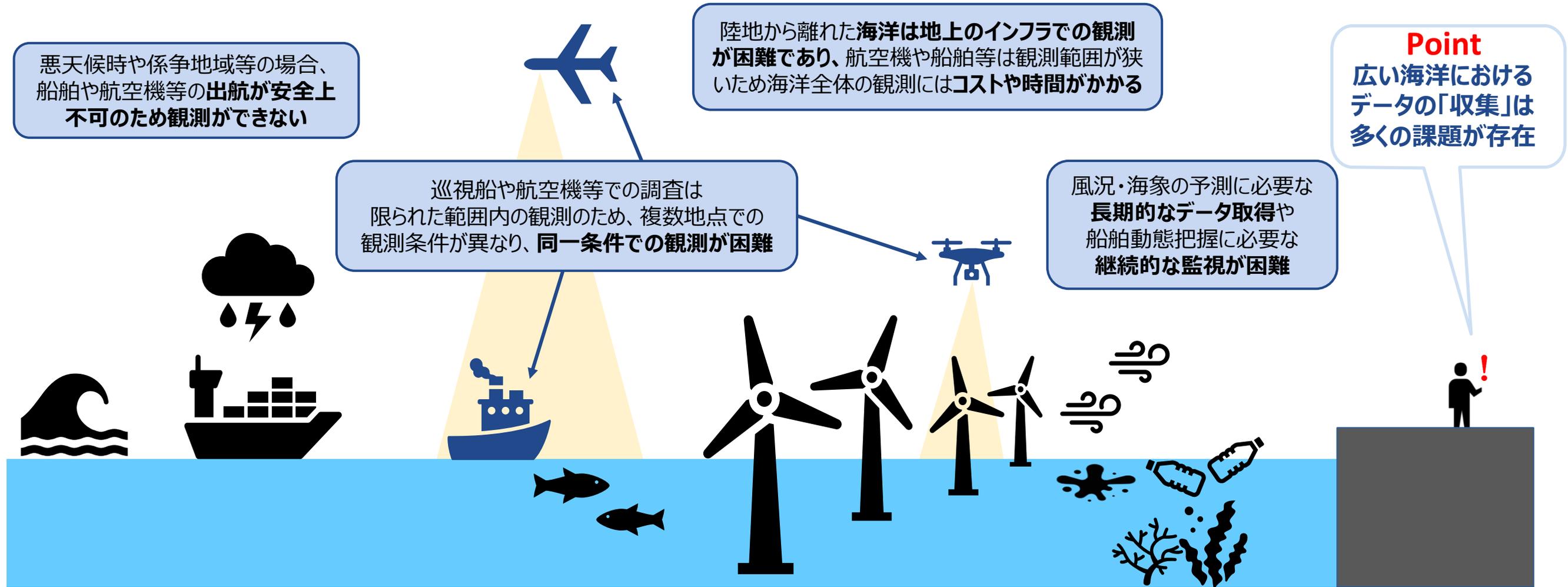
②
海洋DXにおける
衛星地球観測の貢献

①
海洋DXとは



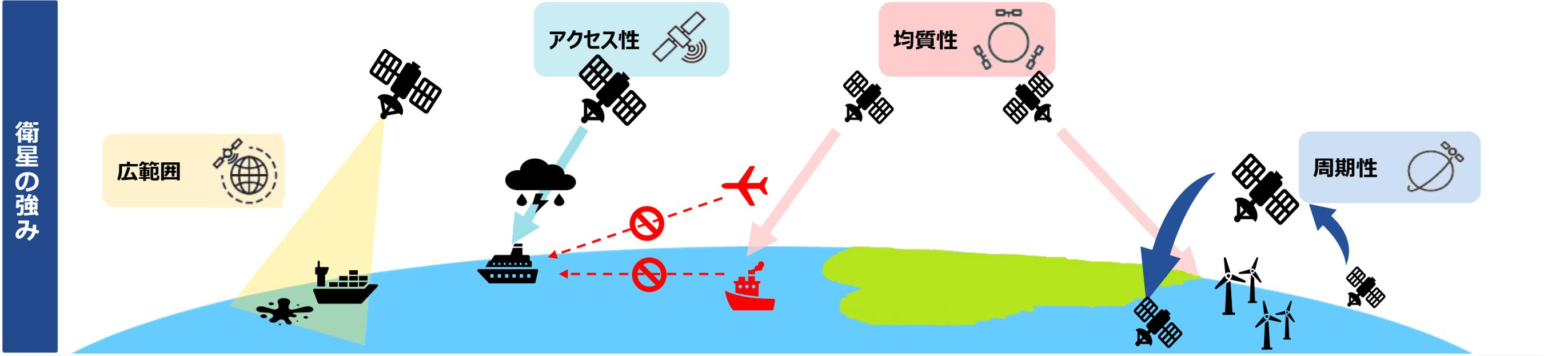
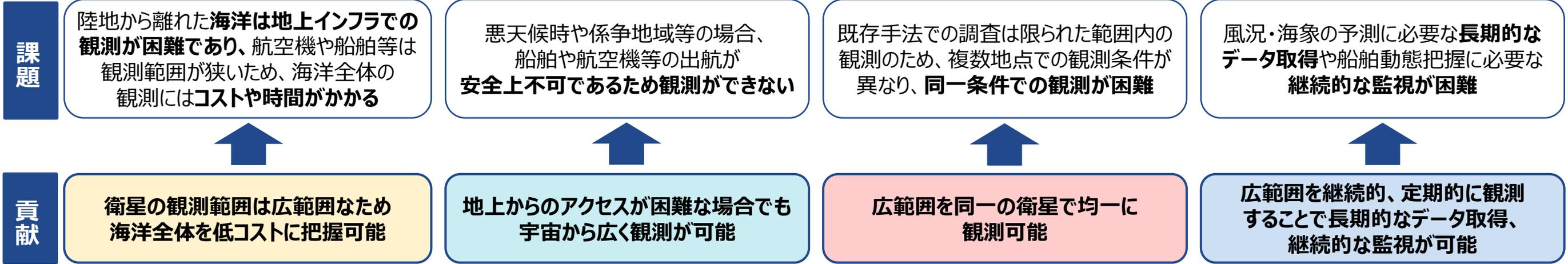
海洋データの収集とその課題

- 海洋DXを推進するためには、その要となるデータの「収集」が欠かせませんが、地球の約70%を覆う広大な海洋において、船舶・航空機・UAV等の既存の手段では、観測範囲の制限、天候・情勢等による出航可否、同一条件での観測が困難、長期的・継続的データ取得が困難といった課題が存在しています。
- 衛星地球観測は、宇宙から広大な海域を広範囲に観測可能なため、これらの課題を解決可能な手段として期待されています。



海洋データ収集における衛星の強みと貢献

- 地上からの観測手段では広大な海洋のデータ収集が困難という課題を、衛星が持つ「広範囲」「周期性」「アクセス性」「均質性」といった強みにより解決可能です。これらの強みは他の手段に代えがたく、地球観測衛星は不可欠なインフラとなります。



海洋DXにおける衛星の利活用動向

- 「海運」「海洋状況把握」「エネルギー」「環境」の各分野において、民間企業・政府機関双方のユーザーが、衛星の強みを活かした活用を行い、海洋DXを推進しています。



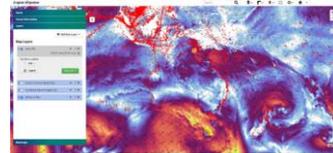
海運・海洋状況把握

- 衛星の広範囲・周期性を活かし、広い海洋において継続的な監視が可能となり、船舶追跡や不審船検知を効率的に実施します。また、小型衛星コンステレーションと広域観測衛星を組み合わせることで、従来の船舶追跡装置だけでは困難であった迅速な監視が可能です。
- 衛星で広く海洋を観測することで、全球的な海洋環境（海温度・海色・海氷等）の効率的な把握が可能となり、安全な船舶航行や気象予測の高度化、気候変動の研究などに活用されています。

研究 実証 実用



出所：Synspective



出所：Spire



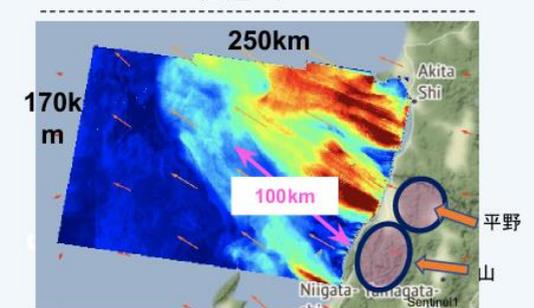
出所：海上保安庁

エネルギー

- 従来の観測方法では取得困難だった広範囲・面的な海上風速を衛星で観測することで、洋上風力発電における適地選定や発電量予測の高度化に向けた実証・研究が進んでいます。今後打上げ予定の衛星では、より高精度・高頻度に海上風速や海面温度を観測可能になることが見込まれており、洋上風力発電における衛星利用の実用化に向け大きく期待されています。

研究 実証 実用

風速マップ



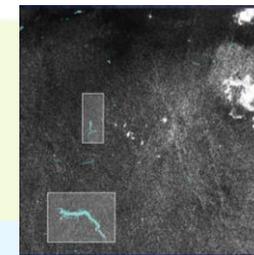
地理的な影響(山、島、人工物など)が見える

出所：Synspective

環境

- 衛星の広範囲、周期性を活かし海洋を継続的に観測、AI等でデータを分析し、事故等で海面に流出した油濁検出やが行われています。また、海洋プラスチックごみ検出に向けた研究・実証が進んでいます。

研究 実証 実用



出所：スペースシフト

③ 衛星を活用したユースケース



④
衛星利活用に
向けた情報

③
衛星を利用した
ユースケース

②
海洋DXにおける
衛星地球観測の貢献

①
海洋DXとは

衛星活用ユースケースのマッピングの考え方

- 海洋DXにおけるユースケースを分かりやすく整理するため、観測対象とユーザーの2軸により分類し、「海洋状況把握」「物流監視」「航行最適化・支援」「海洋汚染監視」「再生可能エネルギー」の5種類でマッピングしました。^{※2}

観測対象 ユーザー	海洋環境情報 (水温・海流等自然科学データ)	インフラ情報 (港湾・海上構造物)	船舶情報
政府機関	<ul style="list-style-type: none"> 不審船（外国船・違法漁業船等）特定、検出 		① 海洋状況把握
金融・保険	<ul style="list-style-type: none"> 海上保険会社向けプラットフォーム 		② 物流監視
海運関係者 (海運事業者、 海運ソリューション提供者、 事業会社物流部門等)	<ul style="list-style-type: none"> 迅速な船舶監視、港湾監視 		
政府機関・NGO	<ul style="list-style-type: none"> 航路最適化（北極海域航行含む） 海底地形測量、マッピング 		③ 航行最適化・支援
	<ul style="list-style-type: none"> オイルスリック検知 	<ul style="list-style-type: none"> 海洋プラスチック検出 	<ul style="list-style-type: none"> 船舶航行による汚染物質排出状況把握
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 洋上風力発電所開発、保守支援 		⑤ 再生可能エネルギー

※2：記載のサービスは例となります。青字は将来の実用化に向けた研究・実証段階にあるサービスです。

衛星活用ユースケース一覧

- 各マッピングに含まれる衛星活用ユースケースを、以下の表にてリスト化しました。

ユースケースマッピング	ユースケース名	該当ページ
海洋状況把握	海洋状況把握能力向上のための衛星不審船特定・検知	P.13
物流監視	サプライチェーン強化・可視化等のための衛星船舶監視・追跡	P.14
	海上保険業務効率化のための衛星船舶航行リスク予測	P.15
航行最適化・支援	船舶航路最適化のための衛星船舶追跡、衛星気象・海象予測	P.16
	航行安全性・予測精度向上等のための衛星海底地形測量	P.17
海洋汚染監視	迅速な被害状況把握等のための衛星オイルスリック（油濁）検知	P.18
	回収作業効率化等のための衛星海洋ごみ検知	P.19
	規制取締コスト削減、船舶による大気汚染状況把握のための衛星汚染物質監視	P.20
再生可能エネルギー	洋上風力発電所の適地選定効率化等のための衛星洋上風況把握	P.21

海洋状況把握能力向上のための衛星不審船特定・検知

世界的な情勢の不安定化に伴い、海洋に関連する各国では、自国周辺を運航する船舶動向の監視強化が求められています。従来より一部の船舶に搭載が義務付けられている船舶検知装置（AIS）のみでは、広大な海域を移動する船舶を網羅的に把握する手段として十分ではありませんでしたが、衛星AISやSAR衛星を活用することにより広範囲に天候や昼夜問わず監視可能となり、効率的に海洋の監視体制を強化することが可能です。

サービス

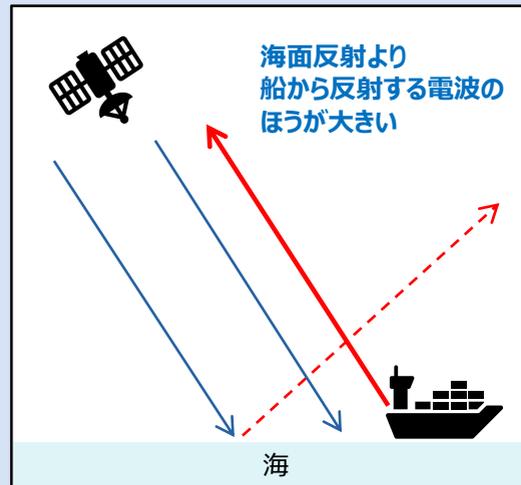
■ サービスの概要

- 衛星により取得したAISデータやSAR画像と、船舶に搭載されたAISから発出される信号を組み合わせて分析し、不審な行動をしている船舶を検知・特定します。

■ 衛星による観測の仕組み

- SAR衛星画像では、滑らかな表面は暗く見え、粗い表面は白く見える性質を利用し、海上の船舶の有無を検出します。
- AIS信号による情報を別途衛星で把握し、SAR衛星で取得した船舶情報と組み合わせることで、AIS信号を出さずに不審な行動をしている船舶の発見・特定・監視が可能です。
- 他に、船舶が放出する電波を衛星で捉え、船舶の位置情報を検知する方法もあります。

SAR衛星による船舶観測方法

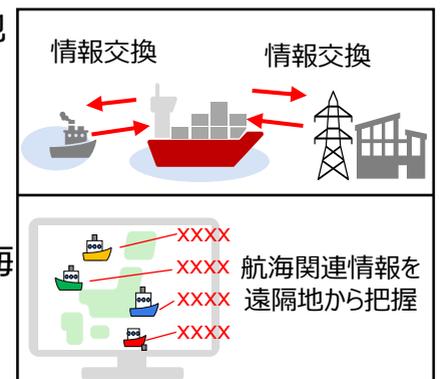


■ 従来の情報把握方法との比較

<p>従来 (航空機、ドローン等)</p> <ul style="list-style-type: none"> 限られた範囲での観測 観測の度に航空機等でアクセスが必要 天候や現地情勢によっては観測不可 空間分解能が高い 調査実施時のみの観測 	➔	<p>衛星</p> <ul style="list-style-type: none"> 広範囲を面的に観測可能 長期にわたり定期的に観測 地表（海面）の状況に関わらず観測可能 空間分解能が低い アーカイブデータによる過去観測
--	---	---

■ 船舶自動認識システム（Automatic Identification System : AIS）とは

- 船舶の安全航行のため、自船と周囲の船舶（又は地上局等）で船舶情報（船名、航路、位置、速力等）を自動的にVHF帯電波で送受信する装置です。国際条約により、一定の条件を満たす船舶への搭載が義務付けられています。
- 一方で、多くの小型船舶には搭載義務が無く、危険海域の航行時の安全確保や漁場の優位性保護のため装置を停止する船もあることから、AISのみですべての船舶動向を把握することはできません。



想定ユーザーと利用方法

- 海上警備機関、政府省庁：**衛星を用い広範囲を定期的に観測することで、遠隔からEEZや領海の監視が可能となります。この情報を基にした巡視船や航空機等の効果的な配備等を通じて**効率的な監視体制を構築することが可能**です。

■ ユーザー利用イメージ

AIS信号を停波して活動している船を特定



出所：Planet Labs

サプライチェーン強化・可視化等のための衛星船舶監視・追跡

近年、企業活動におけるサプライチェーンの強化・可視化が求められています。世界の物流の9割以上が船舶によって行われている中、従来の船舶検知装置（AIS）では混線等の問題により船舶の常時監視・追跡が困難等の課題があります。衛星データを用いて遠隔地を航行する船舶を迅速に監視することで、サプライチェーンを強化することが可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星で取得した船舶のAIS信号と従来の船舶由来AISの情報を組み合わせ、航海中の船舶位置の特定や航行スピード、航路の可視化を行います。

■ 衛星による観測の仕組み

- 衛星由来のAISと、船舶由来のAIS信号情報を組み合わせることで船舶動向を追跡します。また、気象衛星で周辺の気象・海象情報を取得し到着予定時刻を算出します。
- 従来より使用されていた陸上のAIS受信局のカバーエリアは20~30海里（約37~55km）と限られていますが、衛星AISを使用することでより広い範囲をカバーすることが可能です。
- 上記の他、SAR衛星や光学衛星コンステレーションで取得した画像を分析することで、港湾の稼働状況を把握することも可能です。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(航空機、
ドローン等)

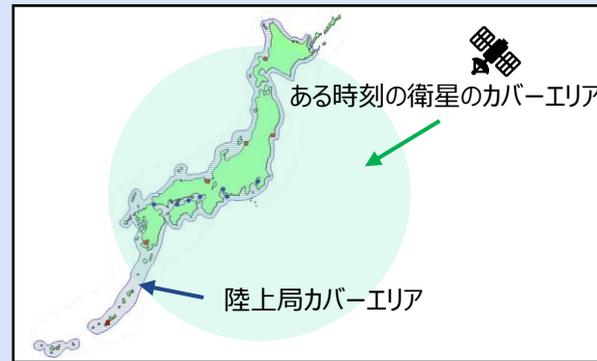
- 限られた範囲のみの観測
- 観測の実施が毎回必要
- 天候や現地情勢によっては観測不可
- 空間分解能が高い
- 調査実施時のみの観測



衛星

- 広範囲を面的に観測可能
- 定期的に観測（衛星の周期性による）
- 地表（海面）の状況に関わらず観測可能
- 空間分解能が低い
- アーカイブデータによる過去観測

地上のAIS受信局と衛星AISのカバー範囲



出所：JAXA資料を基に再作成

港湾のコンテナ稼働状況



出所：ICEYE

想定ユーザーと利用方法

- 海運会社**：衛星を活用することで、より高精度な到着予定時刻の予測や、積替え等による航路変更の可能性を把握することができ、**サービス品質の向上やサプライチェーンの可視化が可能**です。
- 港湾管理者、規制当局、行政**：衛星を活用し、船舶の正確な位置情報や到着予定時刻を把握することで、**港湾オペレーションの効率化や、混雑緩和のための計画立案を効果的に実施することが可能**です。また、**当局による規制遵守状況の網羅的な監視、税関業務の効率化等が可能**です。
- 監査法人**：衛星により船舶の正確な位置情報を取得することで、航海進捗度の算定や船舶の資産評価、船舶運航費用の検証への応用が可能となり、**監査品質を向上させることが可能**です。

■ ユーザー利用イメージ

船舶到着予定時刻の予想精度、潜在的な遅延のリスクを可視化

Voy. No.	Vessel Name	Days Port (ETD/ATD)	Master's ETA	Simulated Weather/news ETA	Risk	RTA / ETA	WWD / RTA	ETA Probability Difference
	WNI 322	RIGA Oct-15/1530UTC	RECIFE Nov-05/0654UTC	RECIFE Nov-05/0654UTC	QRT Missing FOC Speed	●●●●●	●●●●●	20%
	WNI 323	NEOCHEA Oct-20/1700UTC	BEJAIA Nov-14/1656UTC	BEJAIA Nov-14/1656UTC	QRT Missing RPM Speed	●●●●●	●●●●●	27%
40	WNI 324	VALPARAISO Oct-07/1200UTC	DAHEJ	DAHEJ	Speed slip	●●●●●	●●●●●	0%
04/12	WNI 325	SAN LORENZO Sep-25/0900UTC	SINGAPORE	SINGAPORE	Speed slip	●●●●●	●●●●●	5%
44	WNI 327	DAMPIER Oct-17/0430UTC	BAYUQUAN Nov-06/0201UTC	BAYUQUAN Nov-06/0201UTC	QRT Missing FOC RPM Speed	●●●●●	●●●●●	32%
Cumulative Probability Difference								16.8%

出所：ウェザーニューズ

海上保険業務効率化等のための衛星船舶航行リスク予測

船舶航行にあたっては沈没、座礁、火災、衝突等のリスクが常に存在しています。そのため特に運航時間が長い外航船については保険への加入が義務付けられていますが、近年の気候変動による自然災害の増加や地政学的リスクの高まり等を受け、保険会社の保険引受リスク管理は困難さを増しています。衛星を用いて世界中の船舶航行情報と全球の気象・海象データを取得し、過去の保険金請求データと併せて分析することで、被保険者の海上事故発生リスクの予測精度が向上し保険会社の業務効率化を行うことが可能です。

サービス

■ サービスの概要

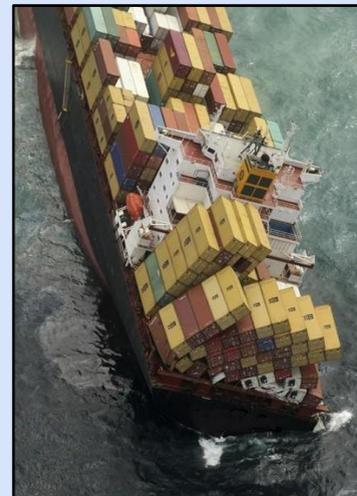
- 衛星で取得した船舶航行情報と気象・海象情報に加え、過去の保険金請求データ等を分析することで、船舶航行における事故発生リスクを予測します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 従来の船舶由来AISのみでは不足していた外洋や混雑地域の船舶航行情報を衛星で取得します。
- 別途気象衛星等で取得した気象・海象データと組み合わせ分析することで、船舶航行における事故発生リスクの予測をより高精度に行うことが可能です。
- 分析するデータが膨大となるため、機械学習やAIを活用したサービスが海外で進んでいます。

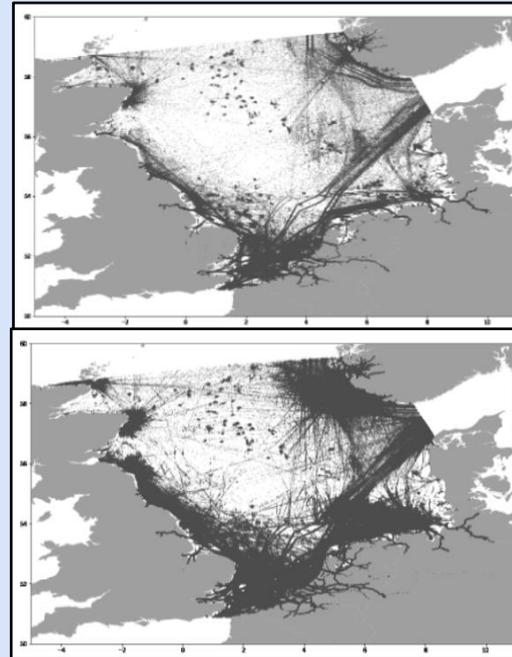
■ 従来の情報把握方法との比較

海上輸送中の波ざらいによる
コンテナ流出事故



出所：AP/アフロ

上：従来のAISによる船舶分布状況
下：衛星を活用した船舶分布状況



出所：Spire

従来
(航空機、
ドローン等)

- 限られた範囲のみの観測
- 観測の実施が毎回必要
- 天候や現地情勢によっては観測不可
- 空間分解能が高い
- 調査実施時のみの観測



衛星

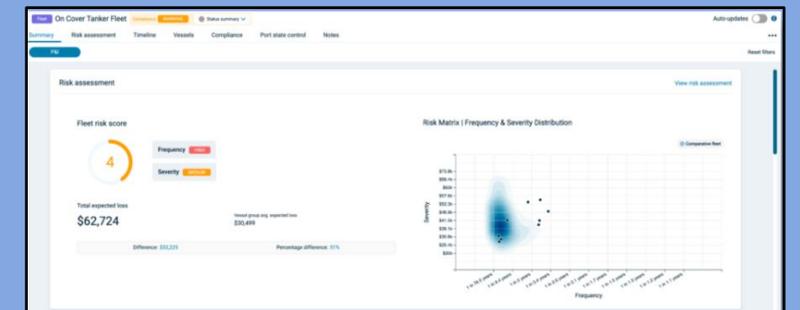
- 広範囲を面的に観測可能
- 定期的に観測（衛星の周期性による）
- 地表（海面）の状況に関わらず観測可能
- 空間分解能が低い
- アーカイブデータによる過去観測

想定ユーザーと利用方法

- 保険会社**：衛星を活用することで、より精度高く船舶航行のリスクを予測することが可能です。これにより、保険契約時（保険引受）の査定や保険金請求の妥当性検証を効率的に行い、決済迅速化やオーダーメイド保険の提供等の、顧客満足度の向上が可能です。また、事故発生リスクの予測精度が向上することで、保険会社の損害率改善にも役立てることが可能です。
- 海運会社**：衛星を活用し船舶航行リスクを予測することで、自社の航行安全の向上を図ります。

■ ユーザー利用イメージ

衛星による船舶情報を活用し船舶のリスク・損害率を数値化



出所：Concirus

船舶航路最適化のための衛星船舶追跡、衛星気象・海象予測

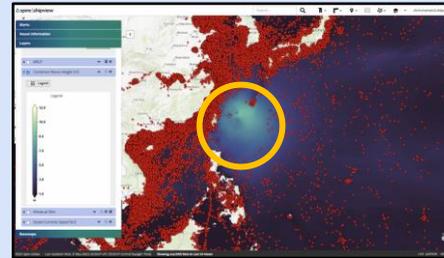
海運業界全体でGHG排出量の削減が大きな課題となっています。衛星を活用した高精度の気象・海象データを用いることで、北極海域等を含む全球の航行において、燃焼効率の高い航路計画等の策定が可能です。事前の計画策定のみならず、航行中の船舶に対しても衛星で取得した船舶位置情報を基に周辺の気象・海象予測を随時提供することで、環境にやさしい航路や安全な航路等の選択と、正確な寄港時間の把握が可能です。

サービス

■ サービスの概要

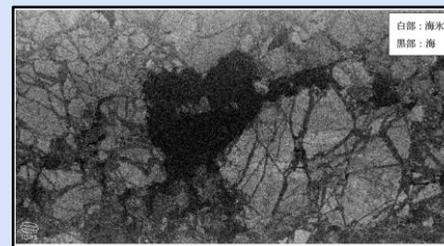
- 衛星で取得した船舶の位置情報と、衛星データを活用した高精度の気象・海象予測を基に、最も燃焼効率の高い航路や、到着予定時刻に合わせた航路等、さまざまな経済的指標に合わせて最適な航路を算出します。
- 衛星による観測の仕組み
 - 衛星AISと船舶AIS情報を組み合わせ、船舶の位置情報を取得します。別途気象衛星等で取得した全球の気象・海象データを数値予報モデルの初期値として活用し、高精度の気象・海象予測を行います。
 - また、光学センサ、マイクロ波放射計、SARセンサで取得したデータを基に北極海域等における海氷分布を判別します。
 - これらの予測結果を基に、北極海域等も含めた全球での最適な航路とエンジン出力を算出します。航海中も常に最新のデータを反映し、必要に応じて航路を更新します。

航行中に発生した台風を迂回するルートを再算出



出所：Spire

衛星で夜間に観測した海氷の画像



出所：QPS研究所

■ 従来の情報把握方法との比較

従来 (航空機、ドローン等)	・限られた範囲のみの観測 ・観測の実施が毎回必要 ・天候や現地情勢によっては観測不可 ・空間分解能が高い ・調査実施時のみの観測	➔	衛星	・広範囲を面的に観測可能 ・定期的に観測（衛星の周期性による） ・地表（海面）の状況に関わらず観測可能 ・空間分解能が低い ・アーカイブデータによる過去観測
--------------------------	--	---	-----------	--

想定ユーザーと利用方法

- 海運会社・観光業：衛星を活用した迅速な船舶の位置情報把握と気象・海象データを用いることで、これまで人が行っていた船舶航行ルート算定の時間を短縮することが可能です。また、北極海航路も安全に運行可能となることで、CO₂排出量の少ないルートの選択肢が増加し燃料費の削減が可能です。航海終了後には、過去の航行データと比較し船舶の推進性能の評価を実施することが可能です。

■ ユーザー利用イメージ

衛星活用による燃費向上



出所：Spire

船舶の運航パフォーマンス分析レポート

Fleet Performance Status Monitoring Report

The below analysis may not be valid for vessels sailing under Voyage Priority of Minimum Voyage Cost, On-Time Arrival, or any situation where vessel is not sailing both a specific good weather speed/consumption expectation.

Analysed at December 03/2020 04:00 UTC

WW Carriers

Clicking a vessel name shows an 'En route Performance Monitoring Report' underway vessels: 100

WW_Vessel	Destination	ORIGIN	Now 24 hrs 12 (17)
0020	BRISBANE	BRISBANE	Dec 03 04:18 (17) (17)
0020	Speed	No time lost	CP speed: 12 kts Performance speed: 12.0 kts
0020	0020	0020	Last 24 hrs speed: 12.0 kts Allowance: 0.0 kts
0020	0020	0020	CP ID: 00.00 mt Head weather: 00.00 mt
0020	0020	0020	Last 24 hrs WD: 00.00 mt Allowance: 0.00 mt
0020	0020	0020	Remarks: 00.00 mt

出所：ウェザーニュース

運航支援のための航海気象プラットフォーム



出所：ウェザーニュース

航行安全性・予測精度向上等のための衛星海底地形測量

海底の地形は未だ地球全体の2割程度しか解明されておらず、広大な海洋においてどのように情報を収集するかが課題となっています。船舶や航空機による従来の測深方法では高コストかつ局所的な観測しかできませんでしたが、衛星を活用することにより広範囲での水深測定が可能となります。海底地形図の作成が進むことにより、船舶航行における安全性の向上や、魚群探知、津波の予測等に必要な情報を得ることが可能です。

サービス

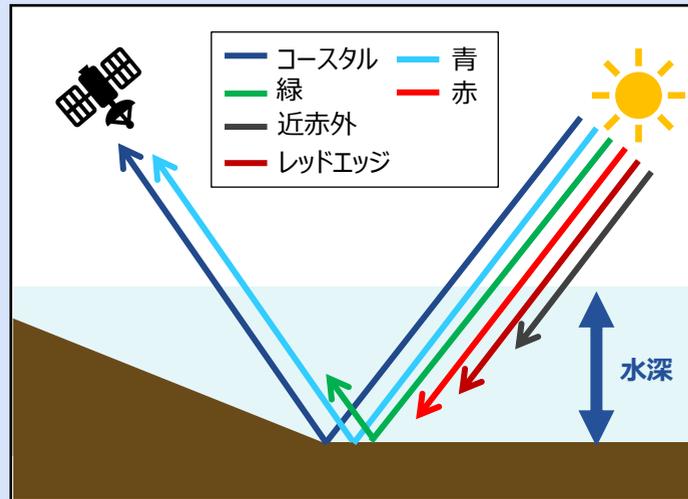
■ サービスの概要

- 衛星に搭載された光学センサを使用し、海底の地形をマッピングします。
- 上記データを基に、2Dや3D画像の作成を行います。

■ 衛星による観測の仕組み

- コースタルバンドの観測が可能なマルチスペクトルセンサを搭載した衛星で沿岸域を観測します。
- コースタルバンドは青色より短い波長のバンドで、水を透過し水中で減衰しにくいという特性を活かして海底の地形を捉え、水深を算定します。
- 上記の他、複数のバンドを観測し、それぞれのバンドによって水中での光の減衰率が異なる性質を利用した水深解析や、海面高度計による海底地形把握も研究されています。

コースタルバンドによる水深算出の仕組み



■ 従来の情報把握方法との比較

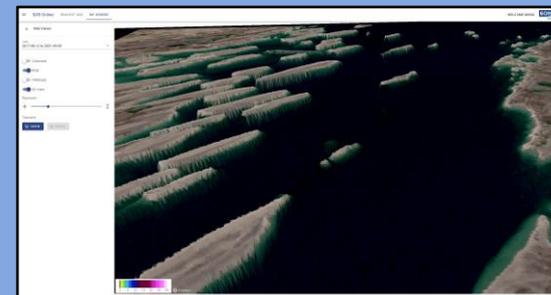
従来 (航空機、ドローン、現地調査等)	衛星
<ul style="list-style-type: none"> 広域の観測には観測機器コストが高額 座礁可能性の高い場所は観測不可 水深が深い場合も観測可能 濁りの影響を受けにくい 天候や現地情勢によっては観測不可 	<ul style="list-style-type: none"> 単位面積あたりのコストが安価 浅海域を広域に観測が可能 20m以上の水深を観測することは困難 濁りが強い場合はデータ精度が低くなる 地表(海面)の状況に関わらず観測可能

想定ユーザーと利用方法

- 漁業関係者**：衛星を活用しさまざまな場所の浅海域の情報を得ることで、**船舶の航行が難しかった海域の漁場を把握することが可能**です。
- 海運会社**：衛星により全球的な海底図情報の把握が可能となることで、**航路計画の安全性を向上することが可能**です。
- 行政・研究機関**：海底地形は、津波の伝播や沿岸部の浸水範囲に影響を及ぼします。衛星を活用し海底地形の解明が進むことで、津波や台風による高潮等の**災害発生時における被害予測精度の向上につなげることが可能**です。
- エネルギー会社**：洋上風力発電や、その他海洋再生エネルギーの適地選定、環境アセスメントにあたり、**効率的な現地調査計画の策定が可能**です。

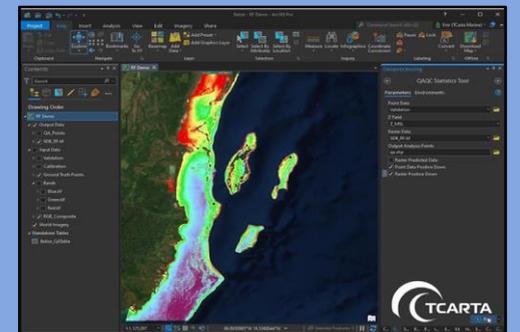
■ ユーザー利用イメージ

衛星画像による水深測量結果の3D画像



出所：EOMAP

海底地形図作成プラットフォーム



出所：TCarta

迅速な被害状況把握等のための衛星オイルスリック（油濁）検知

船舶や海上の石油プラント等から発生する石油漏洩事故や人為的投棄は年々減少傾向にあるものの、発生した場合、周辺海域の生態系への影響は長期にわたる可能性があるだけでなく漁業や沿岸地域の経済活動に与える影響が大きいため、一刻も早い対応が求められます。衛星を用いて広域を観測することで被害状況を迅速に確認することが可能です。また、漏洩の発生源や流出経路の特定を通じ、新たな海底油田の発見等、資源開発にも応用が可能です。

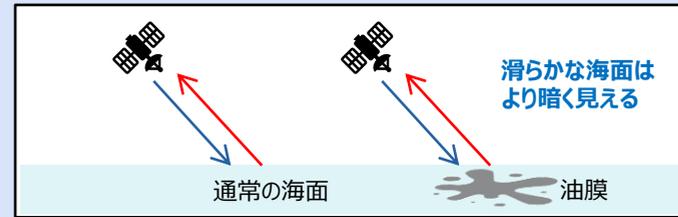
サービス

■ サービスの概要

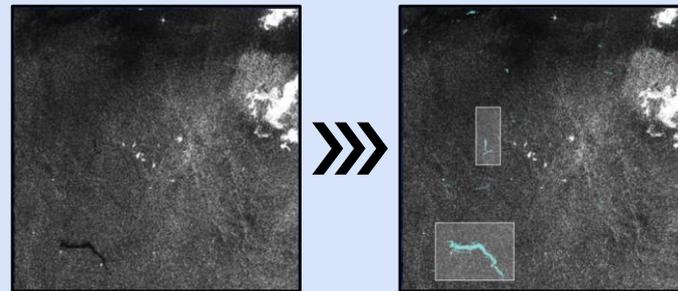
- 事故や災害によって洋上に流出した石油、海底油田からの滲出油、人為的投棄によって形成された油膜を、衛星により取得したデータを分析し検知します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 油膜に覆われた海面は、通常海面と比較し滑らかになります。CバンドSAR衛星の画像上では該当地点が暗く映るため、油膜がある海面と無い海面を識別することが可能です。
- AI等を活用した自動解析や、機械学習による流出予測等も行われています。
- 事故発生時の迅速な対応や、漁業への影響把握だけでなく、海底油田の資源開発への利用も可能です。



AIによる自動解析



出所：スペースシフト

■ 従来の情報把握方法との比較

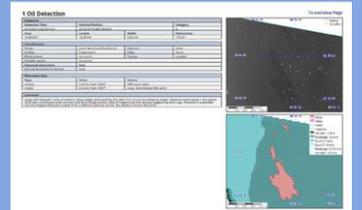
従来 (航空機、ドローン、現地調査等)	・遠洋の場合アクセスが困難なため状況把握までに時間がかかる ・航空機や船舶等の運航中のみ観測可能 ・空間分解能が高い	➡	衛星	・離れた場所でも宇宙から広範囲に観測し迅速な状況把握が可能 ・定期的に観測するため、時間経過による状況変化を長期にわたり把握可能 ・空間分解能が低い
-------------------------------	--	---	-----------	--

想定ユーザーと利用方法

- 海上警備機関、政府省庁**：衛星による海洋監視により、現地調査までにかかる時間を短縮し、**万が一の事故発生時の状況把握を迅速に行うことが可能です。**また、廃油等の**海洋不法投棄の監視が可能**です。
- エネルギー会社**：遠洋にある海上プラントからの滲出状況有無や、新たな海底油田の可能性等、衛星データを用いることで**遠隔から状況確認ができ、現地調査に係るコストや時間を削減可能**です。

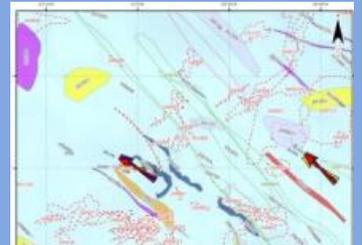
■ ユーザー利用イメージ

オイル流出検知結果レポート



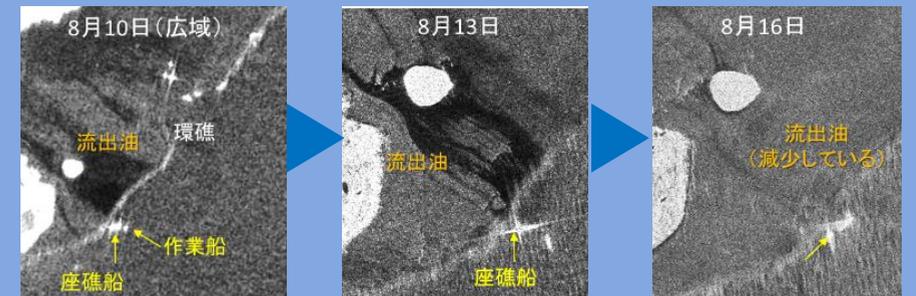
出所：スカパーJSAT

オイルスリック分布図



出所：J-Space Systems

重油流出の状況変化把握



出所：JAXA

回収作業効率化等のための衛星海洋ごみ検知

近年、海洋ごみやプラスチックごみ問題が深刻化しており、2050年には魚よりも海洋ごみの量が多くなるといわれています。ごみの流入を抑えるだけでなく回収も重要ですが、広大な海洋における実態把握は容易ではありません。衛星で広域を面的に観測し分析することで、海洋ごみ分布の把握や漂着地点の予測が可能となり、回収作業の効率化や効果的な対策立案・実施、安全な航路計画策定等につながります。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星で広範囲を観測・分析し、海面を漂流する大型ごみやプラスチックごみを検出します。

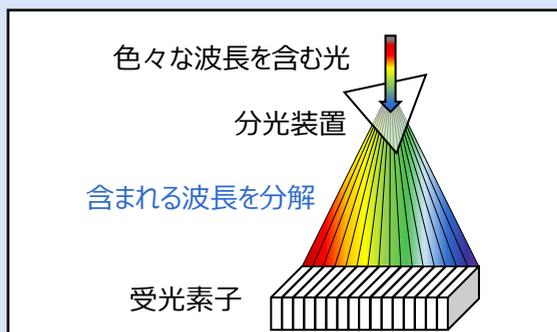
■ 衛星による観測の仕組み

- 衛星に搭載されたハイパースペクトルセンサを用いることで、藻類やプラスチック等は海面と異なり近赤外線（NIR）を反射する特性を活かし、海上のプラスチックを広範囲で検知することが可能です。
- AIや機械学習を用いた自動認識も研究が進んでおり、今後さらに空間分解能の高い衛星が打ち上げられることで、検知精度の向上が見込まれます。

■ 従来の情報把握方法との比較

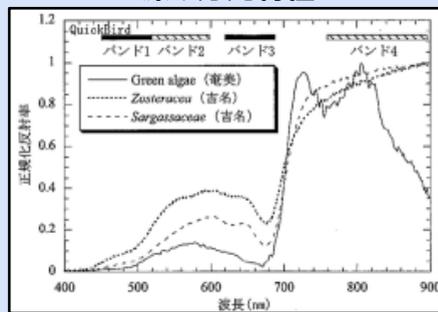
<p>従来 (航空機、ドローン、現地調査等)</p> <ul style="list-style-type: none"> 限られた範囲のみの観測 船や航空機等の運航中のみ観測可能 天候や現地情勢によっては観測不可 空間分解能が高い 	<p>➔</p>	<p>衛星</p> <ul style="list-style-type: none"> 広範囲を面的に観測可能 定期的に観測可能（衛星の周期性による） 地表（海面）の状況に関わらず観測可能 空間分解能が低い
---	----------	---

ハイパースペクトルセンサの仕組み



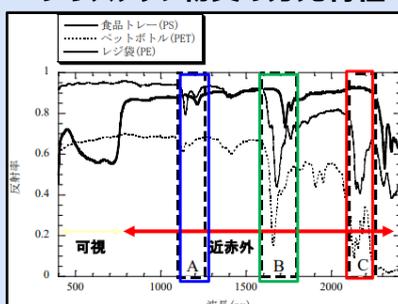
出所：宙畑 HPを基に作成

藻の分光特性



出所：海岸工学論文集 第54巻

プラスチック物質の分光特性



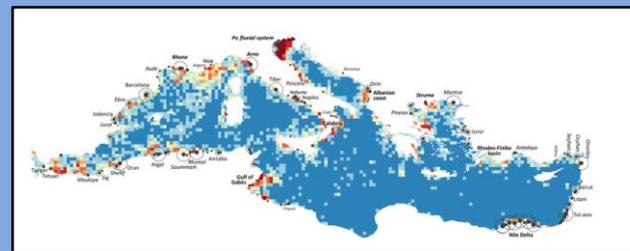
出所：広島大学

想定ユーザーと利用方法

- 政府省庁、自治体**：衛星で広範囲を長期的に観測可能なため、**海洋ごみの実態把握を効率的に行うことができ、政策の実効性検証やより効果的な海洋ごみ対策の立案と実施が可能**です。
- 漁業関係者**：海洋ごみの分布を衛星で把握することで、**効率的に漁場選定や水産資源の影響把握を行い、漁獲物の品質向上につながる**ことが可能です。
- 海運業者**：大型の海洋ごみや漁網等は、船舶の安全な航行を妨げたり、燃焼効率を下げる可能性があります。衛星で海洋ごみ情報を取得することで、**より安全な航路計画の策定が可能**です。

■ ユーザー利用イメージ

衛星データによりマッピングした地中海における海洋ごみ分布



出所：ESA

水域（青）と海洋ごみのホットスポット（赤）の可視化



出所：Solafune

規制取締コスト削減、船舶による大気汚染状況把握のための衛星汚染物質監視

船舶の航行により排出される硫黄酸化物 (SO_x) や窒素酸化物 (NO_x) は酸性雨や大気汚染の原因となります。国際海運はそれらの主要な排出源となっており、国際海事機関 (IMO) が厳しい排出規制を設けていますが、既存の検査方法ではその遵守状況の確認が困難となっています。衛星を活用することで、より広範囲に船舶からの排出状況を確認することができ、各運航会社における規制遵守状況や大気汚染状況を把握することが可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星で窒素や硫黄を観測し、船舶からのAIS信号と、気象・海象データを組み合わせることで、汚染物質の排出量を算出します。
- 従来の検査方法は港湾における現地測定が主で、コストが高いため検査対象の船が限定されていましたが、衛星を活用することで、広範囲に船舶からの排出状況を確認することが可能です。
- 現在は大型の船舶や、船団からの排出状況の観測に留まっていますが、今後予定されている衛星の打上げにより、個別の船舶からの排出状況も確認可能なことが実証されています。

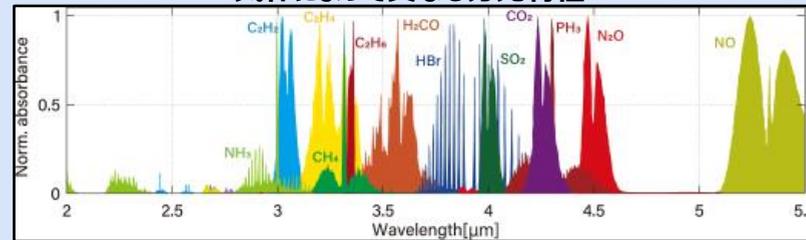
■ 従来の情報把握方法との比較

従来 (計測器による 現地調査等)	➔	衛星
<ul style="list-style-type: none"> 人海戦術による船舶ごとの観測 観測の実施が毎回必要 空間分解能が高い 精度が高い (現地計測) アーカイブデータによる過去観測 		<ul style="list-style-type: none"> 広範囲を一度に面的に観測可能 定期的に観測 (衛星の周期性による) 空間分解能が低い 現地計測に比べ精度が低い アーカイブデータによる過去観測

■ 衛星による観測の仕組み

- 気体種が有する固有の分光特性を利用し、大気分光計でSO_xやNO_xの濃度を測定、気象衛星等で雲パターンの追跡を行い、風速や風向を算出します。

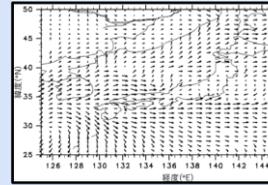
気体によって異なる分光特性



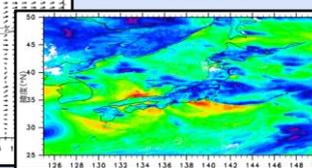
出所：東京インストルメンツ

- 上記濃度、風速等データを船舶位置情報と組み合わせ分析します。船舶位置情報の取得については、P.13～P.16に記載した「衛星による観測の仕組み」をご参照ください。

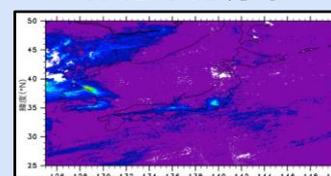
海上風速ベクトル分布



海上風速分布



NO₂-VCD分布



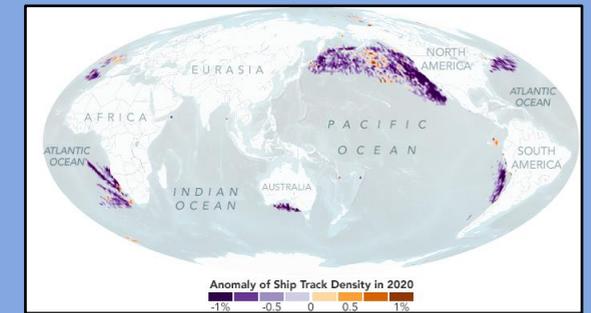
出所：九州大学

想定ユーザーと利用方法

- 規制当局**：衛星を活用することで**広範囲にデータ取得することが可能なため、従来と比較しより網羅的に船舶の規制遵守状況を確認可能**です。また、従来の検査方法は現地での人による調査が主ですが、**衛星の活用により調査時間や検査に係るコストを削減することが可能**です。
- 海運会社**：衛星を活用して事業活動により排出した汚染物質を網羅的に把握することで、**精度の高い船舶の性能検証や、ESG対応につなぐことが可能**です。

■ ユーザー利用イメージ

船舶の排気ガスモニタリングによる船舶交通量の分析利用



出所：NASA

洋上風力発電所の適地選定効率化等のための衛星洋上風況把握

洋上風力発電は日本における再生可能エネルギーの主力電源化の切り札とされていますが、建設や保守にかかるコストの高さが課題となっています。衛星により従来の観測方法では取得困難だった広域・面的な海上風速の把握が可能となることで、開発・調査・設計段階にかかる時間短縮や効率化をすることができ、かつ地形等周囲の影響を加味した風速データが得られるため、より確実な適地選定をすることが可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星で取得した洋上の風況情報を活用し、洋上風力発電の適地選定を支援します。

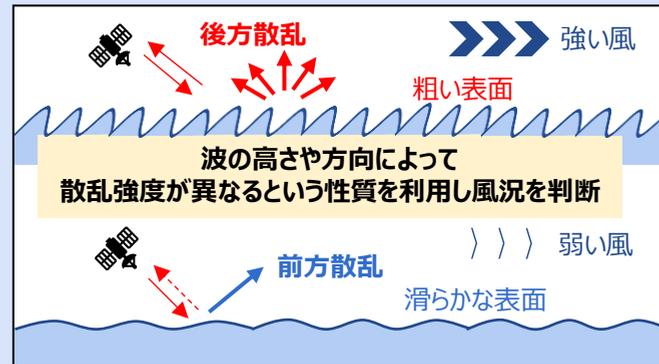
■ 衛星による観測の仕組み

- 衛星に搭載されたマイクロ波散乱計からマイクロ波を射出し、海上風の影響を受けて変化した海面からの後方散乱の強度を観測して海上風の風速・風向を推定します。
- またマイクロ波放射計を搭載した衛星では、海から放射される微弱な電波をキャッチ・解析し、海面水温・海上風速等を推定します。
- その他、洋上の波と風には相関関係があることを利用し、SAR衛星で取得した波の情報をモデル関数に当てはめ、海上の風況を推定する方法もあり、実用に向けた研究・実証が進んでいます。

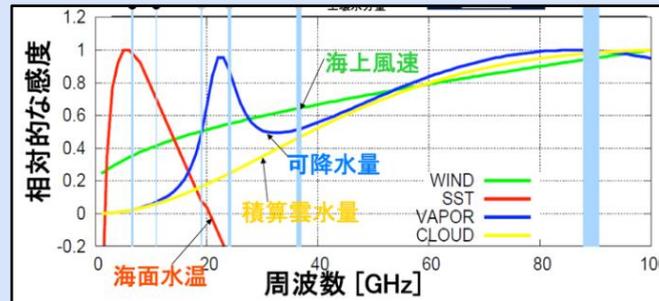
■ 従来の情報把握方法との比較

<p>従来 (風況観測塔、ブイ等)</p> <ul style="list-style-type: none"> 限られた範囲での観測 空間分解能が高い 精度が高い 天候等によりデータ欠損が生じた場合は他の手法での補完が必要 	➔	<p>衛星</p> <ul style="list-style-type: none"> 広範囲を面的に観測可能 空間分解能が低い 風況観測塔、ブイに比べて観測精度が低い 気象モデル等での補完が必要 (海表面のみの観測となり、衛星データ単体では風向等が不明なため)
---	---	---

洋上の波の観測の仕組み



マイクロ波で海の状態をより正確に観測する
周波数と輝度温度の関係



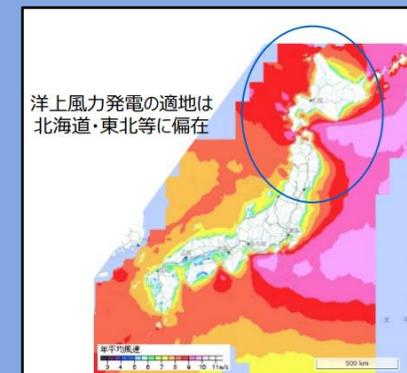
出所：JAXA

想定ユーザーと利用方法

- エネルギー会社**：衛星による広域・面的な風況データを活用することで、現地調査の前に必要な調査箇所の選定を効率よく実施することが可能です。また、現地調査で用いる観測機器は高価であり、広域の調査では費用負担が大きくなりますが、衛星を活用することで広域のデータを低コストで取得することが可能です。
- 環境アセスメント会社**：衛星により遠隔でデータ取得可能となることで、現地調査箇所の選定や調査計画の策定を効率的に行うことが可能です。

■ ユーザー利用イメージ

洋上風力発電の適地検討用風況マップ



出所：NEDO資料

洋上風力発電プロジェクト管理プラットフォーム



出所：north.io

④衛星の活用に向けた情報



④
衛星の活用に
向けた情報

③
衛星を活用したサービス

②
海洋DXにおける
衛星地球観測の貢献

①
海洋DXとは

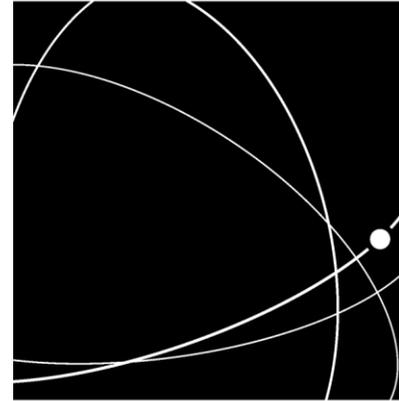
衛星地球観測活用に向けた補助金等支援策（海洋DX関連）

- 海洋DX分野における衛星地球観測の活用に向けては、国等からの事業の成長段階に応じた宇宙産業や海洋DXに関する資金・技術等の支援があります。その他の衛星地球観測活用に向けた情報は基礎編をご参照ください。

<p>S-Booster 研究</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>起業や新規プロジェクト立ち上げを目指す異業種等から幅広くビジネスアイデアを募集し、優れたアイデアには専門家によるブラッシュアップ、ビジネスマッチング、資金提供による事業化に向けた支援。</p> <p>【過去採択事業】 ・海洋資源探査効率化のための海洋観測システムの開発がスポンサー賞受賞。</p>	<p>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） 研究 実証</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>各省が連携して取り組むべきプロジェクトを促進する予算を計上し、戦略プログラムの研究開発を推進。</p> <p>【過去採択事業】 ・海洋状況把握能力の向上に資する「小型SAR衛星コンステレーションの利用拡大に向けた実証」プロジェクトが採択。</p>	<p>宇宙戦略基金 研究 実証 実用</p> <p>衛星データ利用システム海外実証（フィージビリティスタディ） 資金支援 技術支援</p> <p>「衛星等」を含む3分野で、民間企業や大学等が最大10年間、技術開発に取り組めるよう設置されたJAXA基金。開発・実証がメインだが、実装支援テーマもある。</p> <p>【採択事業】 ・Marble Visionsの「40cm 級分解能の小型光学衛星システム構築と世界最高水準の3次元空間情報生成」が採択。</p>
<p>衛星データ利用環境整備・ソリューション開発支援事業 実証</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>地方公共団体・企業・団体からの情報を踏まえ、当該地域等が抱える課題解決に必要な商用衛星データを追加的に調達し、衛星データ等を活用した課題解決のためのソリューション開発実証を行う。</p> <p>【過去採択事業】 ・「洋上風力発電事業に資するSAR衛星画像を活用した洋上風況測定の検討」が採択。</p>	<p>課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト 実証</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>衛星データの利活用促進に向け、衛星データの先進的な利用モデルの実証を実施。実証にあたり、サービス提供者と利用者たちがチームとなり、ニーズを踏まえた「真に使えるサービス」の創出を図る。</p> <p>【過去採択事業】 ・ザイナスの「衛星データ活用で別府湾をきれいにするプロジェクト」が採択。</p>	<p>SBIR 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>スタートアップ等による研究開発を促進し、その成果を円滑に社会実装することで我が国のイノベーション創出を促進するための制度。</p> <p>【過去採択事業】 ・船舶の衛星画像とGPSデータ、貨物トラックGPSデータに基づく、全世界の主要港湾の稼働状況総合モニタリングサービス実証事業が採択。</p>
<p>経済安全保障重要技術育成プログラム（通称：K Program） 研究 実証</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>日本が国際社会において確固たる地位を確保し続けるうえで不可欠な要素となる先進的な重要技術について、民生利用のみならず公的利用につながる研究開発及び、その成果の活用を推進。</p> <p>【過去採択事業】 ・「船舶向け通信衛星コンステレーションによる海洋状況把握技術の開発・実証事業」が採択。</p>	<p>グリーンイノベーション基金事業 研究 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>2050年のカーボンニュートラルに向け、官民で野心的かつ具体的な目標を共有したうえで、研究開発・実証～社会実装まで継続して支援。</p> <p>【過去採択事業】 ・「洋上風力運転保守高度化事業（デジタル技術による 予防保全・メンテナンス高度化）」が採択。</p>	<p>普及・実証・ビジネス化事業（JICA） 実用</p> <p style="text-align: center;">販路拡大支援 広報活動支援 資金支援</p> <p>途上国の課題解決に貢献し得るビジネスの事業化に向けた事業計画案の作成を支援。</p> <p>【過去採択事業】 ・IHI及びIHIジェットサービスの「南アフリカ共和国における衛星データを活用した海洋監視サービスの普及・実証事業」が採択。</p>

CONSEO

衛星地球観測コンソーシアム
Consortium for Satellite Earth Observation



引用する場合は、出典（「CONSEO REPORT（海洋DX編）」、ページ数等）を記載してください。
また、原著作物を引用する場合には、当該原著作物の著作権を確認の上、適切な出所表示をお願いします。