

第1章 宇宙×海洋データ市場の全体像

1-1 世界の宇宙経済と海洋セグメント

宇宙経済の全体規模

世界の宇宙経済は2024年に6,264億ドルに達し、過去最高を更新しました[1]。そのうち衛星サービス（通信・放送・地球観測・測位）は1,083億ドルで全体の約17%を占めています[2]。注目すべきは成長の質的变化です。衛星ブロードバンド収益は前年比29%増と突出した伸びを見せ、リモートセンシング収益も同9%増で拡大を続けています[2]。これらの成長を牽引しているのがLEO衛星コンステレーションの急拡大であり、その最大の受益セクターのひとつが海運です。

海洋衛星通信市場

Maritime Satellite Communications市場の規模については、調査機関によって推計に大きなばらつきがあります。

調査機関	2025年推計	2030-35年推計	CAGR
Mordor Intelligence	\$7.18B	\$14.87B (2030)	15.67%
Knowledge Sourcing	\$6.63B	\$10.02B (2030)	8.62%
ResearchInsights	\$6.25B+	—	—
Research and Markets	\$4.53B	\$12.10B (2030)	11%
Fortune BI	\$4.5B	—	—

推計値が45億ドルから72億ドルまで開いている主な理由は、Starlinkに代表されるLEO broadbandサービスをどこまで含めるかの定義差にあります。LEOを含む広義の定義では70億ドル前後、従来型VSAT機器・サービスに限定した狭義の定義では35~45億ドル程度になります[3]。いずれの定義でもCAGR 8~16%の成長軌道にあり、2030年前後には100億ドル規模に達する見通しです。

海洋データ・インテリジェンス市場

衛星通信とは別に、衛星データの上に構築される「海洋データ・インテリジェンス」という市場が急速に形成されつつあります。

調査機関	セグメント	2025年推計	目標年推計	CAGR
Mordor Intelligence	Maritime Analytics	\$1.47B	\$2.58B (2031)	~10%
Mordor Intelligence	Maritime Information	\$2.98B	\$4.26B (2030)	7.41%

調査機関	セグメント	2025年推計	目標年推計	CAGR
Insight Partners	Maritime Analytics	—	\$2.56B (2031)	10.6%
GlobeNewsWire	Maritime Info Solution	\$5.15B	—	—

この市場の特徴は、「衛星データの販売」ではなく「データの上に構築されたインテリジェンスの販売」として成長している点です。Kplerは2024年1月にARR（年間経常収益）1億ドルを突破しました[4]。顧客にはOPEC、IEA、世界銀行が名を連ね[5]、衛星データは「原材料」であって、価値の源泉はAI解析とインサイトにあります。Kpler単体で海洋データインテリジェンス市場の推定5~8%を占めると見られ、Windward、Pole Star、Vortexa（推定企業価値約\$5億）[6]等を加えると、この市場はすでに数億ドル規模に達していると推定されます。

投資・M&Aトレンド

海運テクノロジーへの投資は2025年に急拡大しました。北米だけで33.5億ドルのエクイティファンディングが行われ、前年比85.7%の増加です[7]。アジアの海運テック投資も前年比62.26%増加しています[7]。2026年3月には米国防省が海運テック専門VCファンド「Mare Liberum」に1.5億ドルをコミットし[8]、安全保障の観点からも海洋データ技術への資金流入が加速しています。

M&Aでは、データプラットフォームの統合が顕著です。

年	ディール	規模	意味
2023	Viasat × Inmarsat	\$7.3B	GEO SATCOM最大手の統合、Maritime FleetXpress 14,000隻
2023	Kpler × MarineTraffic + FleetMon	非公開	地上AIS+ローミングAIS取得
2024	Eutelsat × OneWeb	合併	世界初のGEO-LEO統合事業者
2025	Kpler × Spire Maritime	\$2.41億	衛星AIS取得 → AIS三層独占
2025	S&P Global × ORBCOMM AIS	非公開	サプライチェーンデータ強化

これらのM&Aに共通するのは、「データの統合による先行者優位の構築」という戦略です。衛星通信ではGEO-LEO統合、データインテリジェンスではAIS三層統合というかたちで、プラットフォームの支配的地位を確立する動きが加速しています。この競争構造の詳細は第2章で分析します。

1-2 宇宙技術4領域の複合活用モデル

海運における宇宙技術の活用を整理するにあたり、本レポートでは以下の4領域を横断的な整理軸として定義します。これらは独立した技術カテゴリではなく、相互に依存し合いながら海運の高度化を支える複

合的なシステムです。

領域	主要技術	海運への適用	主要プレイヤー
通信	LEO broadband、IoTバックホール、衛星VDES、D2D	船陸間リアルタイムDX、クルー福利、自律運航基盤	SpaceX、Eutelsat OneWeb、Inmarsat/Viasat、Amazon
測位	GNSS補強、代替PNT (LEO-PNT)、INS	自律運航、接岸支援、GPS妨害対策	ArkEdge、QZSS、Iridium、Xona
観測	SAR、光学、RF検知、AIS衛星、海洋センサー	船舶検知、海氷監視、油濁、港湾混雑	ICEYE、QPS、HawkEye 360、Unseenlabs
データ統合	AI/ML、GIS、ダッシュボード、API	リスクスコア、予測分析、コモディティフロー	Kpler、Windward、Esri、Sofar Ocean

4領域の相互依存

これら4領域は単独では海運の課題を解決できません。観測データ（SAR船舶検知）は通信（LEO broadband）がなければリアルタイム伝送できず、自律運航は測位+通信+観測の三位一体で初めて成立します。Kplerのプラットフォームは観測（AIS/SAR）+データ統合（AI解析）の組み合わせで価値を創出しています。海運会社の社内DX基盤（運航管理システム等）は「データ統合」領域に位置し、通信経由でセンサーデータを集約する土台となり得ます（→第4章で詳述）。

通信領域：LEO革命と海上ブロードバンド

GEO vs LEO — 海上通信の構造転換

海上通信は長年、GEO（静止軌道: 高度約36,000km）衛星に依存してきました。Inmarsat Fleet Xpress（10,000隻インストール済み、2025年4月報道）に代表されるGEO VSATは、広いカバレッジと安定した接続を提供しますが、帯域が限定的（数Mbps～数十Mbps）でコストが高い（年間\$60,000～\$180,000）という課題がありました。

LEO（低軌道: 高度約550km）衛星は、GEOの約65分の1の距離から通信するため、低遅延（45ms vs GEOの600ms超）・高帯域（最大400Mbps）を実現し、コストを15～60倍引き下げました。この「GEOからLEOへの構造転換」が、船陸間のリアルタイムDXを技術的に可能にしています。

比較項目	GEO VSAT（従来型）	LEO（Starlink等）
軌道高度	約36,000km	約550km
帯域	数Mbps～数十Mbps	最大400Mbps
遅延	600ms超	45ms（中央値）
年間コスト	\$60,000～\$180,000	\$3,000～\$26,000
極域カバレッジ	困難	OneWebで対応可

Starlink Maritime技術仕様と料金

Starlink Maritimeは、フェーズドアレイ方式のアンテナ（直径約58cm）を採用し、機械的駆動部がないため海上の揺れに強い設計です。衛星との通信にはKu帯（12-18GHz）とKa帯（26.5-40GHz）の2つの周波数帯を使用し、衛星間通信（ISL: Inter-Satellite Link）にはレーザー光を用いています。ISLにより、地上局がない外洋でもデータを衛星間でリレーして最寄りの地上局に到達させることが可能であり、太平洋の中央でも安定した通信を維持できます。

項目	仕様
ダウンロード速度	最大400Mbps以上（Performance Kit使用時）、通常50～220Mbps
アップロード速度	最大40Mbps
遅延	20～40ms（ジッター10ms以下）
端末価格	\$1,999～\$2,500
消費電力	約100-110W
動作温度	-30℃～+50℃
防水・防塵	IP56
周波数帯	Ku帯（12-18GHz）+Ka帯（26.5-40GHz）
衛星間通信	レーザーISL（V2以降標準装備）

料金プラン（2025年時点）

プラン	月額	データ量	下り速度	想定用途
Mobile 50GB	\$250	50GB（優先）	最大220Mbps	業務通信のみ（小型船舶）
Mobile Priority 1TB	\$1,000	1TB（優先）	最大220Mbps	業務+クルー（外航船標準）
Mobile Priority 5TB	\$2,150	5TB（優先）	最大220Mbps	クルーズ船・大型フェリー

2025年の料金改定でMobile Priorityプランが主流化。外航商船の標準は1TBプラン（月額\$1,000、年間\$12,000）。従来のKu帯VSAT（年間\$60,000～\$180,000）比で80～93%のコスト削減。認定リセラー: IEC Telecom、Marlink、Speedcast、KDDI（日本）他8社。

V3（Gen3）衛星 — 次世代の通信能力

2026年前半以降、Starship搭載でV3（第3世代）衛星の打上げが計画されています。V3衛星の主要仕様は以下の通りです。

項目	V2（現行）	V3（次世代）	改善倍率
下り容量/衛星	～100Gbps	1Tbps超	10倍以上
上り容量/衛星	～8Gbps	200Gbps超	24倍以上

項目	V2 (現行)	V3 (次世代)	改善倍率
RF+レーザーバックホール	—	約4Tbps	—
周波数帯	Ku/Ka	Ku/Ka/V/E (4帯域)	帯域拡大
レイテンシ目標	20~40ms	20ms未満	—
Starship搭載数	—	約60基/回 (60Tbps/回追加)	—

V3衛星の投入により、船上でのデジタルツイン、4K映像のリアルタイム伝送、大量IoTセンサーデータの常時送信が技術的に実用圏に入ります。これにより、船上のデジタルツインや衛星SAR画像の船上配信といったユースケースの前提条件が根本的に変わる可能性があります。

J-LEO・D2D — 日本独自のLEO構想

日本では総務省がJ-LEO事業（1,500億円）を推進し、Starlink/Kuiperへの依存から脱却する日本独自のLEO通信コンステレーション構想を進めています。並行して、既存のスマートフォンから直接衛星通信を行うD2D（Direct-to-Device）技術が急速に進展しています。KDDI（Starlink D2C、2025年春開始）、楽天モバイル（AST SpaceMobile、2026年秋予定）、NTT（Space Compass/Amazon Kuiper戦略協業）が日本市場で競合しており、海上でも船員の個人端末から直接衛星通信が可能になる時代が近づいています。

Starlink Maritime — 15万隻超の衝撃

SpaceX Starlinkの接続船舶数は、2025年時点で15万隻超に達しています（Starlink Progress Report 2025ベース）[9]。この数字には商船だけでなく漁船・巡視船・クルーズ船・ヨットが含まれており、商船に限定した場合は約7万隻程度と推定されます。いずれにしても、海上通信の構造を根本から変える規模です。従来のGEO VSAT（年間\$60,000~\$180,000）に対し、Starlink Maritimeは月額\$250~\$2,150と、コストを15~60倍引き下げています[10]。実測データでは下り中央値104.71Mbps、上り14.84Mbps、レイテンシ中央値45ms（いずれも2025年Q1計測値）と、陸上の光回線に近い性能を実現しています[10]。2026年Q1以降はStarship搭載のGen3衛星の投入が計画されており、1回の打上げで最大60Tbpsの容量追加と20msへのレイテンシ短縮が見込まれています[9]。

海運会社	導入規模	選択したLEO	備考
Maersk	330隻超 (予定)	Starlink	自社コンテナ船330隻超に導入予定（2023年10月発表、2024年Q1ロールアウト見込み）。Inmarsatもアップグレード契約
(日本大手A社)	200隻超 (決定)	Starlink	管理外航船に導入決定（2023年発表）。段階的に導入中
日本郵船	100隻超 (計画)	Starlink	2024年度末までに導入計画。乗組員福利・遠隔医療
Hapag-Lloyd	全船 (計画)	Starlink	2023年5月パイロット後ロールアウト開始

海運会社	導入規模	選択したLEO	備考
CMA CGM	300隻超 (計画)	OneWeb	極域カバレッジが選択理由のひとつ (2026年2月発表)
COSCO	IoT統合	Starlink	1,200超IoTセンサー、30秒ごとデータ送信。運用効率40%向上と報告

OneWeb / Inmarsat / Amazon Kuiper

Starlinkの圧倒的普及に対し、競合も独自のポジションを築いています。

Eutelsat OneWebは648基の近極軌道衛星とGEO 34基を統合した世界初のGEO-LEO統合事業者です [11]。北極圏を含む極域でのシームレスカバレッジという独自の強みを持ち、Marlink XChange NextGenプラットフォームによるGEO/LEO/LTE自動最適選択を実現しています。CMA CGMが300隻超にOneWebを選択したのは、極域航路カバレッジが理由のひとつとされています [12]。

Inmarsat/Viasatは2025年にNexusWaveを発表しました。GX+LEO+LTE+L帯のマルチオービット・ボンディングにより下り340Mbps/上り80Mbps、99.9%可用性を実現し、6ヶ月で1,000隻超を受注しています [13]。既存のFleet Xpressは10,000隻へのインストールを完了したマイルストーンが2025年4月に報じられており [13]、設置ベースの広さでは依然として優位です。

Amazon Leo (旧Project Kuiper、2025年11月にリブランド) は、当初2024年末のサービス開始を計画していましたが、生産・打上げの遅延により後ずれが続いています [14]。2025年12月時点で212基の量産衛星を打上げ済みですが、FCC期限 (2026年7月30日までにコンステレーションの半数を運用開始) の達成は困難と見られ、期限延長申請が予想されています [14]。2026年Q1に米国を含む5カ国でのサービス開始を目標としていますが、スケジュールは流動的です。海運向け製品はまだ発表されていませんが、AWSとの統合が差別化要因となる可能性があります。

海上サイバーセキュリティ — 接続性と脆弱性のトレードオフ

LEO通信の急速な普及は、海運のサイバーセキュリティリスクを同時に拡大させています。海運業界へのサイバー攻撃は2025年に倍増し、408件から828件に急増しました [15]。Starlink等のブロードバンド導入により船舶のIT/OTネットワークが統合され、攻撃対象面 (アタックサーフェス) が拡大しています。

IACS (国際船級協会連合) のUR E26 (船上サイバーレジリエンス) およびE27 (搭載システムのサイバーレジリエンス) は、2024年の新造船適用を経て、2026年には運用面での執行が強化される見通しです [15]。IMO MSC.428(98)はサイバーリスクを安全管理システム (SMS) に統合することを求めており、衛星通信管理ソフトウェアが「船隊全体の単一障害点」になり得るリスクは、通信領域の技術選定において軽視できない論点です。

測位領域：GNSS脆弱性と代替PNTの台頭

GPS妨害の常態化

GNSSへの妨害はもはや例外的なインシデントではなく、海運のルーティンリスクとして定着しつつあります。2025年上半期だけで13,000隻以上の船舶がGPSジャミングの被害を受け、スプーフィング (偽信

号による位置偽装)は27の排他的経済水域 (EEZ) で常態化しています[16]。Windwardの2025年Q3データでは、同四半期に11,600隻のGPSジャミングが検出されました[17]。ウクライナ戦争ではGPS妨害の影響が高度1,900kmの衛星にまで及んでおり[18]、低軌道から中軌道まで広範な電磁環境が劣化しています。

代替PNT技術の台頭

GNSS単一依存からの脱却を目指す「代替PNT (Positioning, Navigation, Timing)」の開発が各国で加速しています。

技術	開発者	特徴	ステータス
LEO-PNT	ArkEdge Space (日本)	LEO衛星由来のPNT。GPSの1,000倍強い信号。ジャミング耐性高	JAXA選定 (2025年10月)、Series B 80億円、Via Satellite「10 Hottest」
Iridium PNT ASIC	Iridium/Satelles (米)	8mmチップ。暗号認証付き測位	2026年中に商用化予定
Pulsar LEO-PNT	Xona Space Systems (米)	専用LEO-PNTコンステレーション	\$92M調達済み
みちびきCLAS	QZSS (日本)	センチメートル級補強。日本・オセアニア限定	運用中
Galileo OSNMA	ESA (欧州)	暗号認証付きGNSS信号	段階的展開中
eLoran	各国 (地上局)	地上系バックアップ。妨害耐性高	2026年1月に海事政策で明示的言及

ArkEdge SpaceはスカパーJSATとの事業提携MOUを締結し[19]、国際的にはTrustPoint (米)、Royal Institute of Navigation (英)、FrontierSI (豪)との連携を進めています[19]。日本発のLEO-PNTソリューションとして、海運の測位レジリエンス向上に寄与する可能性があります。

測位精度の要件 — 用途別のギャップ

海運における測位精度のニーズは、船舶の自律化の進展に伴い急速に高度化しています。

用途	必要精度	更新頻度	現行GNSSの対応	必要な補強技術
外洋航行	10m	1Hz	対応可	標準GNSS
沿岸航行	1~5m	1Hz	補強が必要	みちびきCLAS、DGNS
港湾進入	0.5~1m	5Hz	不十分	RTK-GNSS
接岸・離岸	10cm~1m	10Hz	不十分	RTK-GNSS+INS統合
自律運航	10cm以下	20Hz以上	不十分	GNSS+INS+LiDAR+カメラ+AIS統合

外洋航行の10mから自律航行の10cm以下まで、4桁にわたる精度ギャップが存在します。このギャップを段階的に埋める技術戦略が、自律航行の実現に向けた前提条件です。

慣性航法（INS）の役割

慣性航法装置（INS: Inertial Navigation System）は、加速度計とジャイロスコープにより船舶の加速度と回転角速度を計測し、初期位置からの変位を積算して現在位置を推定するシステムです。GNSS信号が失われた場合のバックアップとして不可欠ですが、時間の経過とともに誤差が累積する（ドリフト）という本質的な限界があります。高精度の航海級INS（リングレーザージャイロ方式）でも、1時間あたり約1海里（1.852km）のドリフトが一般的です。

GNSS/INS統合（タイトカップリング方式）では、INSの慣性データとGNSSの衛星測位データを組み合わせることで、互いの弱点を補完します。GNSSが利用可能な状況ではINSのドリフトを常時補正し、GNSS信号が途絶した場合にはINSが短時間のデッドレコニング（推測航法）で位置を維持します。海洋慣性航法システム市場は2025年の94.4億ドルから2026年の100.2億ドルへ成長（CAGR 6.1%）が見込まれています。

北極海航路と測位の課題

北極海航路（Northern Sea Route）は、2025年に103隻の通過航行を記録しました。気候変動に伴い商用利用が拡大する一方で、高緯度ではGPS衛星の幾何学的配置が悪化し測位精度が低下すること、ロシアによるGPSジャミングが北極海域でも報告されていること、海氷情報のリアルタイム取得が安全航行の前提条件であることから、衛星測位と衛星海氷監視の組み合わせが不可欠な海域です。OneWeb LEOの近極軌道（傾斜角86.4度）による極域カバレッジは、この文脈で技術的優位性を持ちます。

自律航行と測位要件 — MASS Code

IMO MASS Code（Maritime Autonomous Surface Ships）は、19章中18章が確定し、2026年5月のMSC 111で非強制コードとして採択される見通しです[20]。2028年に強制コードの策定が開始され、2032年1月の発効が目標とされています[20]。自律航行が実運用に入る段階では、GPS妨害下でも安全な航行を継続できる測位レジリエンスが規制要件となる可能性が高く、GNSS+INS+代替PNTの多層的な測位体制の構築が求められます。

観測領域：SAR・AIS・RF・光学の統合

海洋監視における衛星観測は、複数のセンサーを組み合わせることで初めて実用的な精度と網羅性を実現します。

SAR衛星コンステレーション

SAR（合成開口レーダー）衛星は天候・昼夜を問わず海面を撮像でき、船舶検知・海氷監視・油濁検知の基盤技術です。LEOコンステレーション化により、分解能・再訪頻度・コストが劇的に改善しています。

事業者	国	運用機数	分解能	直近動向
ICEYE	フィンランド	62基	16cm	2025年に22基打上げ。Gen4衛星。独連邦軍17億€。IHIと日本市場参入
Capella	米国	36基	25cm	NRO SCE BAA契約延長
Umbra	米国	32基予定	16cm	業界最高分解能。NRO契約延長
QPS研究所	日本	15基	46cm	2025年に年間6基打上げ（過去最多）。防衛省コンステ参画
Synspective	日本	7基	25cm	東証上場（102億円）。防衛省コンステ参画。大和ファクトリー年間12基能力
COSMO-SkyMed	イタリア	6基	30cm	軍民両用、第2世代運用中

ICEYEは2025年だけで22基を打上げ、62基体制に到達しました[21]。Gen4衛星は16cmの分解能と400kmのカバー範囲を実現しています。IHIとの衛星コンステレーション契約により日本市場への本格参入が決まり、2026年4月からデータ提供を開始する予定です[21]。ドイツ連邦軍からの約17億ユーロ受注[21]は、SAR衛星が安全保障インフラとして確立されたことを示しています。

日本勢ではQPS研究所が2025年に年間6基の打上げを達成し15基体制に拡大[22]、Synspectiveは三菱電機コンソーシアムの一員として防衛省衛星コンステレーション事業（5年2,381億円）に参画しています[23]。SAR衛星による船舶検知の精度は、深層学習の適用により98.4%（誤警報率0.7%）に達しています[24]。

AIS衛星とデータ統合

AIS（自動船舶識別装置）の衛星受信は、地上局のカバレッジ（沿岸約50海里）を超えて全球監視を可能にする技術です。2025年の最も重要な動きは、KplerがSpire Maritimeを2.335億ドルで買収したことです[25]。これにより、Kplerは地上AIS（MarineTraffic買収で取得した13,000以上の受信機）＋ローミングAIS（FleetMon）＋衛星AIS（Spire、100基超のナノ衛星）の三層カバレッジを一社で保有するに至りました[25]。UK CMAがこの買収を審査中であり[25]、AISデータ市場の競争環境に対する影響が注目されています。

同時期にS&P GlobalがORBCOMMの海洋AIS事業を買収しており[26]、AISデータ市場は急速に少数の大規模プラットフォームに集約される傾向にあります。

RF検知衛星

AISトランスポンダを意図的に切断した「ダーク船舶」の検知には、船舶が発する電波そのもの（レーダー波、通信波等）を宇宙から傍受するRF検知技術が有効です。

事業者	国	運用機数	直近動向
HawkEye 360	米国	36基+	Cluster 13打上げ（2026年1月）。米海軍IPMDA \$98M契約更新。欧州EW \$75M。次世代Kestrel 2027年

事業者	国	運用機数	直近動向
Unseenlabs	フランス	20基	再訪1時間未満目標。次世代10倍大型化。海洋→陸域・SSAに拡張。ESA Copernicus選定

HawkEye 360は2025年12月に米海軍IPMDA (Indo-Pacific Maritime Domain Awareness) 契約を\$98Mで更新し[27]、2026年3月には欧州の国防省から電子戦契約\$75Mを獲得しました[27]。防衛・安全保障需要がRF検知衛星の事業基盤を支えています。

センサー融合と「見えないもの」の可視化

単一センサーでは「見えないもの」がある以上、複数センサーの融合が海洋監視の精度を決定づけます。Global Fishing Watchの2025年Science誌掲載論文は、1,400の海洋保護区でSAR+AIS監視を実施した結果、SARで検知された船舶の75%がAIS信号を発していなかったことを報告しました[28]。これはAIS単独では海洋活動の全体像を把握できないことを科学的に実証した知見です。RF+AIS+SARの3センサー融合が、最先端の海洋監視体制として確立されつつあります。

衛星排出モニタリングの萌芽

EU ETS Maritimeは2026年から排出量の100%が対象となり、メタン (CH₄) とN₂Oも新たに対象に追加されました[29]。この規制強化と並行して、衛星による船舶排出の第三者検証という新たなケイパビリティが台頭しています。GHGSatは洋上プラットフォームからのメタン検知を太陽反射光 (sun glint) 技術で実現し[30]、ESAのCO₂Mミッションは2025年に打上げられ、CO₂のグローバルモニタリングを開始しています[30]。現時点では個船レベルの排出検証には至っていませんが、CII格付け制度の実効性を担保するツールとして、衛星排出モニタリングの役割は今後拡大する可能性があります。

データ統合領域：プラットフォームと標準化

外部プラットフォーム

観測データの価値は、複数のデータソースをAI/MLで統合・解析し、意思決定可能なインテリジェンスに変換するプラットフォーム上で発揮されます。Kplerは三層AIS+SAR+光学+気象データを統合し40種以上のコモディティフローを日次追跡[5]、Windward RSI (2025年11月ローンチ) はAIS+SAR+光学+RFの4種統合を実現[17]、Esri ArcGIS MaritimeはS-100対応の港湾デジタルツイン基盤を提供しています[31]。これらプラットフォームの詳細な戦略・プロダクト分析は第2章で行います。

標準化の進展

データ統合の前提となる標準化も進展しつつあります。IHOのS-100フレームワークは次世代海図データ標準として、S-101 (電子海図)、S-102 (測深)、S-104 (水位)、S-111 (海流)、S-124 (航行警報) 等の製品仕様を定義しています[32]。ISO 19847/19848は船舶データサーバーとセンサーインターフェースの標準を定め、船上OTデータの標準化された抽出を可能にしますが、採用は緩やかにとどまっています[32]。DCSA (Digital Container Shipping Association、Maersk/MSC/CMA CGM等が設立) はコンテナ海運のデータ交換オープン標準を策定しています[32]。

標準化の進展は、データ統合のコスト低減と相互運用性の向上を通じて、海洋データインテリジェンス市場の拡大を後押しする要因となります。一方、各ベンダーの独自スキーマやプラットフォームロックインの問題は依然として残っており、この断片化が採用障壁のひとつとなっています（→1-4で詳述）。

1-3 海運ユースケースマップ

1-2で定義した4領域の技術は、海運のどのような課題に適用されるのか。以下の6カテゴリ（+新興ユースケース3件）で整理します。各カテゴリの詳細事例は第3章で取り上げます。

カテゴリ	主なユースケース	関連技術領域	代表的な実績
安全	MDA、ダークベッセル検知、GPS妨害対策、衝突回避	観測+測位+データ統合	Windward: Q3で11,600隻GPS妨害検出[17]
運航効率	航路最適化、予知保全、デジタルツイン、燃費削減	通信+観測+データ統合	Sofar Wayfinder: 全航海平均6.9%燃料削減[33]
環境	CII/EU-ETS対応、排出モニタリング、油濁検知	観測+データ統合	EMSA CleanSeaNet: 年3,000枚SAR、34沿岸国[34]
サプライチェーン	港湾混雑予測、コモディティフロー、ETA精度向上	観測+データ統合	Kpler: 40+コモディティ日次追跡[5]
防災	海氷監視、赤潮、沿岸浸食、海面上昇	観測+データ統合	ICEYE: 100m解像度で氷種判別[35]
安全保障	制裁コンプライアンス、IUU漁業、領海監視	観測+データ統合	GFW: SAR検知の75%がAIS未追跡[28]

新興ユースケース

上記の6カテゴリに加え、近年急速に注目を集めている新興ユースケースが3つあります。

海底ケーブル・海洋インフラ防護

バルト海では2022年以降、海底通信ケーブルが10本切断されており、2024年11月から2025年1月の集中期だけで7本が被害を受けました[36]。NATOはBaltic Sentry作戦としてAIS+AI監視を展開し、Windwardは2025年2月にCritical Maritime Infrastructure Protection (CMIP) 製品を投入しました[36]。衛星AIS+SAR+RFによる海底インフラ周辺の船舶行動分析は、通信・エネルギーインフラの防護という新たな市場を生み出しつつあります。

衛星ベースの海事保険引受

Swiss Reは2025年12月に衛星データを活用した海上保険引受の深化を発表し、AXA XLは衛星画像を用いた航路リスク分析・港湾集中リスク・サプライチェーン脆弱性の評価を展開しています[37]。衛星テレメトリデータによるリスク価格モデルの精緻化は、保険料の最適化と安全インセンティブの強化の両面

で海運に影響を及ぼします。宇宙保険市場自体も、5.51億ドル（2024年）から11.4億ドル（2032年）への成長が見込まれています[37]。

衛星排出検証

GHGSatやESA CO2Mによる衛星排出モニタリングが実用段階に近づいており（→1-2で既述）、将来的にはCII格付けやEU ETS遵守状況の第三者衛星検証が制度化される可能性があります。これにより、船社が自己申告する排出データの信頼性が衛星観測で裏付けられる仕組みが想定されます。

1-4 規制環境と採用ダイナミクス

規制マップ

海運における宇宙データ活用の推進力として、規制環境の変化が大きな役割を果たしています。

規制	発効	内容	宇宙データとの関連
EU ETS Maritime	2024年 (2026年 100%)	排出量の100%対象。2026年よりメタン・N2O追加。2年連続不遵守で出港禁止	排出モニタリング、衛星検証、航路最適化による排出削減
FuelEU Maritime	2025年1月	船上エネルギーのGHG強度上限を5年ごとに段階的引下げ	燃費最適化→衛星海象データ活用
CII/EEXI	2024年～	CO2排出効率のA～E格付け。D3年連続 or E1回では是正義務	航路最適化、デジタルツイン、排出モニタリング
MASS Code	2026年5月採択	自律運航船の非強制規則。2032年に強制コード発効目標	測位・通信・観測の統合が前提条件
IACS UR E26/E27	2024年 (2026年執行強化)	船上サイバーレジリエンス要件	衛星通信のセキュリティ設計

特にEU ETS Maritimeの2026年フル適用（排出量100%+メタン・N2O追加）は、海運会社に対して排出管理の精度向上を強制的に求めるものであり、衛星データを活用した航路最適化・排出モニタリングへの投資を加速させる強力な推進力となっています[29]。

採用障壁

技術的に可能であっても、広範な採用に至らない構造的な障壁が存在します。

Split Incentive問題

海運テクノロジーの採用における最大の構造障壁は、投資者と受益者の不一致です。航路最適化ツールの導入コストは船主が負担しますが、燃料費の削減効果は傭船者（チャーター）が享受するケースが多く、定期傭船（タイムチャーター）と航海傭船（ボヤージチャーター）で経済的インセンティブの構造が異なる

ります。この「split incentive」は、海運テクノロジー全般の採用速度を抑制する要因として指摘されています[38]。

標準化の断片化

海運データの相互運用性は依然として課題です。各ベンダー（Veson、IMOS、Dataloy等）は独自のデータスキームを使用しており、船上のOEMごとに異なるプロトコル（MAN、Wartsila等）でエンジンデータが送信されます。ISO 19848（船舶データサーバー標準）は策定済みですが採用は緩慢であり、AISデータも地上AIS・衛星AIS・ダイナミックAISで異なるライセンス条件が適用されます[32]。300以上の海運テックベンダーが存在する中で、共通データモデルの欠如が統合コストを押し上げています。

その他の障壁

- ROI不確実性：パイロット段階から本格展開への移行において、投資回収の見通しが立ちにくい
- サイバーリスク：接続性拡大に伴う攻撃面の拡大（→1-2で既述）
- データ所有権・共有への消極性：競争上の理由から運航データの共有に慎重な姿勢
- 乗組員のデジタルリテラシー：新システムの導入に伴う現場負荷

採用促進要因

一方で、採用を加速させる要因も複数存在します。規制圧力（EU ETS・CII・FuelEU）は最も強力な推進力であり、規制対応コストの増大が宇宙データ活用のROIを改善します。Starlinkによる通信コストの劇的低下（15～60倍）は「費用対効果が合わない」という従来の反論を無効化しつつあります。保険会社が衛星データ活用船に対して保険料インセンティブを設定する動き（→1-3で既述）も、採用判断を後押しする要因です。

データ主権と地政学的考慮

衛星データの活用が進むにつれ、「どの国・企業のデータ基盤に依存するか」という地政学的な論点が浮上しています。

EU宇宙法が2025年6月に採択され、欧州独自の安全・レジリエンス・持続可能性基準が確立されました[39]。Stanford Law Schoolの2026年1月の分析は、欧州のアプローチを米国の市場主導型と中国の集権型の間位置する「第三の道」と評価しています[39]。中国では越境海洋データフローに対する規制が断片的ながら強化されつつあり[40]、米国は2025年にウクライナへの商用衛星画像アクセスを外交レバレッジとして一時停止する動きを見せました[39]。

海運会社にとって、これは「衛星データプラットフォームの選択が、単なる技術選定ではなく、地政学的なリスク管理でもある」ことを意味します。特定の国のプラットフォームへの過度な依存は、規制変更・制裁・外交関係の変化によってデータアクセスが制限されるリスクを伴います。

1-5 海運プレーヤーとデータプラットフォーマーの力学

データバリューチェーン

海運×宇宙データの価値創出プロセスは、以下の5段階のバリューチェーンとして整理できます。

段階	内容	主なプレーヤー
1. データ収集	衛星撮像 (SAR/光学)、AIS受信、RF 傍受、船上IoTセンサー、気象観測	ICEYE、Spire/Kpler、HawkEye 360、Sofar (Spotterプライ)
2. データ伝送	LEO/GEO VSAT、4G/5G沿岸通信	SpaceX、Eutelsat OneWeb、Inmarsat/Viasat
3. データ統合	異種データの位置合わせ、時系列統合、正規化	Kpler、Windward、Esri
4. 解析・インテリジェンス	AI/ML解析、リスクスコアリング、予測モデル、ダッシュボード	Kpler、Windward、Sofar (Wayfinder)
5. 意思決定・自動化	配船最適化、自律運航、コンプライアンス自動化	海運会社、港湾当局、規制機関

このバリューチェーンにおいて、段階1~2は「データの原材料と輸送」、段階3~4は「価値変換」、段階5は「価値実現」に対応します。1-1で述べた通り、現在のデータインテリジェンス市場の価値の源泉は段階3~4に集中しており、ここを支配するプラットフォーマーが市場の主導権を握りつつあります。

プラットフォームの競争構造

ShipUniverseの2026年比較記事[41]に基づき、主要な海洋データプラットフォームを3つのカテゴリに分類します。

カテゴリ	プラットフォーム	特徴
追跡主導	MarineTraffic Enterprise、vesseltracker、FleetMon	AISベースの船舶位置追跡が中核。MarineTraffic+FleetMonはKplerに買収済み
バランス型	Kpler、Pole Star、S&P Global	追跡+分析+コンプライアンスの統合。Kplerは350,000隻日次追跡
コンプラ重視	Windward、Lloyd's List Intelligence	AI駆動の行動分析・リスクスコアリング。Windward RSIは4種センサー融合

「データ基盤」プレーヤーと「オペレーション」プレーヤーの関係

上記の整理から浮かび上がるのは、海洋データの世界に「データ基盤を主導するプレーヤー」と「オペレーションを主導するプレーヤー（海運会社）」という二層構造が形成されつつあるという点です。

データ基盤を主導するプレーヤー（Kpler、Windward等）は、AIS・SAR・RF・光学等の観測データを統合してインテリジェンスとして販売するモデルを確立しています。彼らの競争優位は「データの量と多

様性」「解析アルゴリズムの精度」「顧客ベースの広さ」にあり、ネットワーク効果によって先行者優位が強化される構造を持っています。

一方、海運会社は「オペレーションのプレーヤー」として、船隊運航データ・入出港実績・貨物情報・現場知見といった、データプラットフォームが持ち得ない固有のデータ資産を有しています。現在、海運会社はデータプラットフォームの「顧客」としてサービスを利用する関係にありますが、この構造は固定的なものではありません。海運会社が自社データと外部の衛星データを組み合わせて独自のインテリジェンスを構築する、あるいは自らがプラットフォームの一角を担う——という選択肢も理論上は開かれています。

1-6 海運業界の主要プレーヤーと市場構造

海洋データ活用の競争環境を俯瞰するため、海運会社とデータプラットフォームの両方を含む主要プレーヤーを一覧化します。

区分	企業	国	売上/ARR規模	船隊/衛星規模	宇宙技術の主な活用
海運大手	MSC	スイス	非公開（世界最大）	900隻超	HTS衛星ブロードバンド（Marlink/Intelsat）、iReefer（デジタルコンテナ監視）
海運大手	Maersk	デンマーク	\$55B（2024年）	約700隻	Star Connect AI（25億データポイント/日）、Starlink 330隻超予定、IoT全船展開
海運大手	CMA CGM	フランス	\$54.4B（2025年）	約650隻	OneWeb LEO 300隻超展開、Marlink XChange、IoTコンテナ基盤
海運大手	NYK	日本	約2.5兆円	約800隻	Starlink 100隻超、JAXA基金採択（ロケット回収）、Oceanic Constellations出資
海運大手	（クライアント企業）	日本	—	—	カスタムレポートでは御社の固有アセットを分析
船主	DANAOS	ギリシャ	\$1.03B	コンテナ船中心	Copernicus EO4EU実証（衛星EO×燃費最適化）
船主	Costamare	ギリシャ	約\$0.7B	115隻	Navarino+Starlink LEOトライアル（船上IoT・クルー通信）

区分	企業	国	売上/ARR規模	船隊/衛星規模	宇宙技術の主な活用
データPF	Kpler	ベルギー	\$300M (2025年報道)	AIS 13,000基+衛星100基超	AIS三層統合、40+コモディティ追跡、制裁コンプライアンス
データPF	Windward	イスラエル	\$33M (2024年6月)	— (外部データ統合)	RSI 4種センサー統合、CMIP海底ケーブル防護、MIOC
データPF	Sofar Ocean	米国	調達\$78.5M	Spotterブイ数百基	Wayfinder 6.9%燃料削減、米海軍CRADA、Voyage Simulator
データPF	Pole Star	英国	非公開	—	MTI 40,000隻リスクスコア、PurpleTRAC制裁スクリーニング
RF検知	HawkEye 360	米国	\$35M (2025年4月)	RF衛星36基超	IPMDA \$98M、欧州EW \$75M、インドFMS \$131M
RF検知	Unseenlabs	フランス	\$33.2M (2025年)	RF衛星20基	再訪1時間未満、次世代10倍大型化、ESA選定
GIS基盤	Esri	米国	\$2.4B (全社)	—	ArcGIS Maritime S-100、港湾デジタルツイン基盤

売上/ARR規模は公表値または報道ベース。データPF=データプラットフォーム。カスタムレポートでは御社の固有データを含めた分析を提供します。

この一覧から読み取れるのは、海運大手（MSC・Maersk・CMA CGM）はいずれも「通信+IoT+AI」のデジタル基盤構築を加速しており、データプラットフォーム（Kpler・Windward等）はデータの統合と解析で独自のポジションを確立しているという二層構造です。海運会社とデータプラットフォームの間には、「データの提供者（海運会社）」と「データの統合者（プラットフォーム）」という力学が形成されつつあります。この構造の中で自社がどのようなポジションを取るかが、カスタムレポートの中心テーマとなります。

第2章では、この力学の中心にいるKpler等のデータプラットフォームのビジネスモデル・買収戦略・技術アーキテクチャを詳細に分析し、海運会社にとっての含意を整理します。