

衛星VDESの有力な利用シーン・ニーズ(基本)

- 1) **協調航法による安心・安全の強化**
 特定船舶とメッセージ交換(全二重通信)による、より簡便・確実な情報交換
 自動運航船における周辺船舶との航法計算機による連絡調整など、「協調航法」への発展
- 2) **海洋状況把握(MDA)拡張認識機能**
 広範の海洋状況(先行船舶の航路情報・沖合海域の混雑度・海流データ・漁場予測データ等)の把握・共有による効率化
- 3) **航行警報情報の配信**
 航行警報情報(漁網位置・流木・浅瀬の情報等)の共有・放送の促進
- 4) **衛星VDES導入による危険航行警告**
 遠隔での第三者監視による、座礁・衝突等の危険に対する警報の発信(事故防止)
 自動運航船におけるバックアップ回線としての利用
- 5) **船舶(デジタルシップ)のエンジン等の監視**
 デジタルシップ(船舶搭載計算機がエッジコンピュータとして船体やエンジン等の監視を行う想定)における地上支援時の臨時回線として利用
- 6) **AISの課題解決へ利用**
 AISの課題(データ受信不可地域の存在・停波による動静把握不能・データの欺瞞等)を解決
 通信混雑の緩和(AISの32倍の帯域)
- 7) **位置証明に利用**
 周回衛星から衛星直下位置に固有の「コード」を送信することによる位置証明(漁獲魚等の産地証明等)に利用
- 8) **海運ビジネス向けデジタルインフラに利用**
 入港管理に利用
 海運管理から荷主・小売りまでの階層のデジタル化に利用(荷物追跡等に利用し新たな高付加価値ビジネスへ発展)
- 9) **漁船同士の業務通信、留守宅との連絡に利用**

7

衛星VDESを利用したMDA能力の強化

海洋状況情報の共有

- 各船舶が取得したAIS情報、レーダー画像、障害物情報等を、VDESを利用し先行船(他船)と情報を共有しながら運航可能に
- 沿岸海洋局が衛星経由で半径約2,000kmの海域情報を収集しデュアルユースMDAに利用

AIS/レーダー受信範囲(半径約20~40km)

各船舶取得データを集約

航路

VDES衛星

MDA情報共有

日本の領海情報図 出典:海上保安庁ホームページより

①EEZ面積は世界第6位の海洋国家。(保有船舶量は世界第二位。我国の貿易に占める海上貨物99.6%)

②東経165度以西、北緯17度以北が、日米SAR協定の捜索区域

出典:衛星データ利用促進懇話会(第4回)資料(廣田忠一、平成29年7月12日、於:自民党本部)

➢ 中国は北斗の双方向通信を利用して、約7万隻の漁船の統制(含、海洋ビッグデータ処理)を実施中。北欧他では、米国情報以外に独自の情報を獲得したい動きがある。

➢ 次世代AIS(VDES)の本格導入が海外で検討されており、超小型衛星コンステレーションにより、実海域に於ける船舶観測データを伝送する事で、デュアルユースMDA情報を現在利用の情報に付加が可能となる。

- > 米国は海運業を保有しないため我国から情報提供(Give)可能になる。
- > 我国は海洋国家であり、インド太平洋・北米航路で多数の支配船を保有し、世界航行警報(NAVAREA-XI)海域は日本が区域調整国(責任国)である等の優位性がある。

9

図 3-21 衛星 VDES の有力な利用シーン・ニーズ (基本)、衛星 VDES を利用した MDA の強化

衛星 VDES を利用した MDA の強化では、船舶が取得した AIS 情報、レーダ画像、障害物情報等を先行船(他船)と情報共有しながら運行可能となるメリットを伝えている。先に示した Spire 社の Dynamic AIS™ サービスが船舶で受信した周辺船舶の AIS のみであるところ、さらにレーダ画像も共有することができれば、AIS 非発出船(AIS 発信が義務となっていない軍艦や、人為的に AIS を発信しない船舶等)の情報収集にも活用できるだろう。

なお、図 3-22 では中国の北斗の例について言及している。AIS の項とやや外れる内容となるが、衛星と MDA で重要なものと考え、AIS 説明の最後に北斗と漁船の通信について補足する。

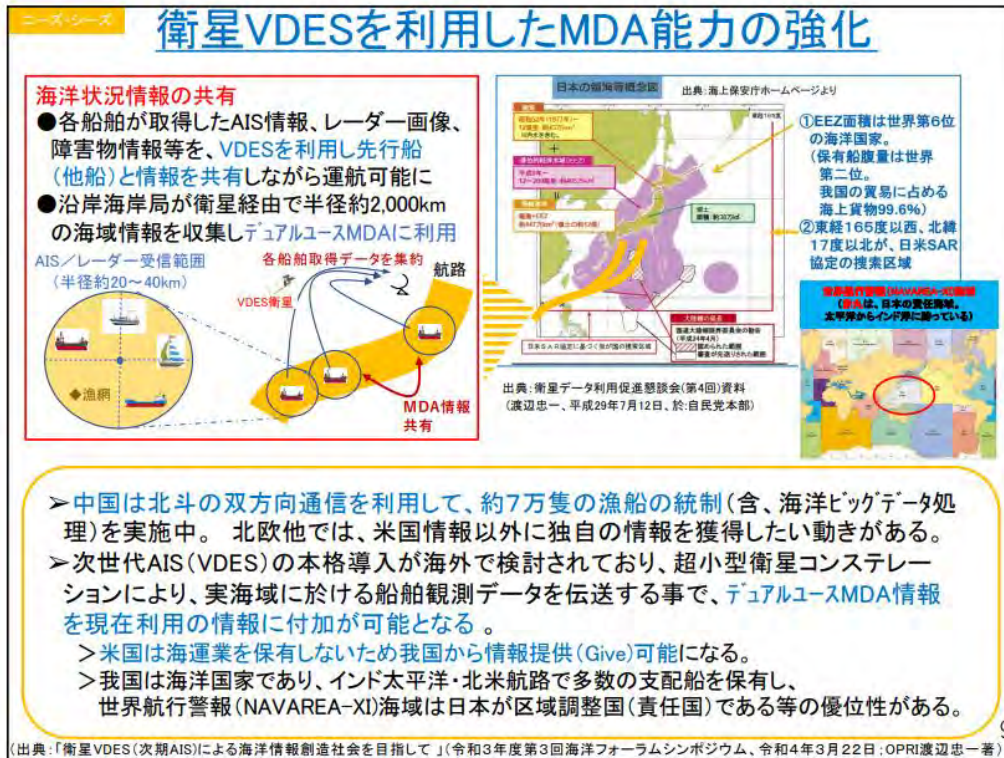


図 3-22 衛星 VDES を利用した MDA 強化 (中国北斗の例)

さらに、株式会社アークエッジ・スペース (衛星 VDES コンソーシアム設立メンバー) が、経済産業省「超小型衛星コンステレーション技術開発実証事業」によって開発される衛星バスシステムを活用し、VDES 衛星の実証機を 2023 年度に開発、2024 年までに軌道上での実証運用を目指す旨を発表している¹⁴。

加えて、経済安全保障重要技術育成プログラムとして「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」が NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) を通じて実施者の公募が行われている¹⁵。(元となる「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」に関する研究開発構想では、以下のような構想が示されている。

- 1) 日本 EEZ 内での宇宙実証 (2027 年度まで)
衛星を 5 機ずつ、段階的に 2 軌道面に打ち上げ、VDES 機能のほか、電波発信源の位置特定機能の性能評価を行う。この際、日本 EEZ 内での実証時間を 1 日あたり 2 時間以上 (連続 1 時間以上×2 回) 実施できるような軌道配置を考える
- 2) VDES 衛星コンステレーションの宇宙実証 (2029 年度まで)
海外の VDES 衛星、地上局とも接続することで全地球において VDES 機能の性能評価を行う。

このように、2027 年度までに 10 機の衛星が上がれば、また前出の 2 機を加えれば、我が国の AIS 衛星による全球での船舶情報収集能力が向上する。

なお、研究構想の最終目標としての VDES 衛星は次の通りとなっている。

- ・ 重量 : 50kg 以下、寿命 : 4 年、
- ・ 電波観測 : L, S, X 及び K バンドの信号が受信可能※ 1

¹⁴ 株式会社アークエッジ・スペース. 「超小型衛星コンステレーション技術開発実証事業」. Retrieved from: https://arkedgespace.com/news/2021-10-08_vdes.

¹⁵ 新エネルギー・産業技術総合開発機構. 「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」. Retrieved from: https://www.nedo.go.jp/koubo/SM2_100001_00034.html

船舶識別分解能：1km以下※1

- ・（※1 研究開発開始時の想定であり、詳細はシステム設計で決定する）

また、AIS 信号を発信していない船舶の位置や動静把握、AIS 情報の偽装「スプーフィング（なりすまし）」の対応のため、AIS 以外の電波を監視できることや、複数のアンテナで受信した電波信号データから発信源を特定する機能についても求めており、VDES に加え、事項で説明する衛星による電波監視への実用化が期待される。

3.1.6. 衛星 VDES の課題

主な課題として2点を挙げる。

①船舶への VDES 搭載の促進

後述の中国の例と比べ、日本の漁船等の AIS 搭載率は高くない。隻数の多い漁船等が VDES 装置を自ら搭載するための魅力あるサービスや、インセンティブが必要であろう。衛星 VDES コンソーシアムではそのようなキラーコンテンツを検討することが紹介されている。

②衛星から海上（地上）への送信を許可しない国々

再び、総務省総合通信基盤局電波部資料¹⁶から抜粋して紹介すると、海上移動衛星業務（宇宙から地球、洋上）の使用は、関係国の合意を得る規定となっている。この関係国とは、アゼルバイジャン共和国、ベラルーシ共和国、中華人民共和国、大韓民国、キューバ、ロシア連邦、シリア・アラブ共和国、北朝鮮、南アフリカ共和国及びベトナム社会主義共和国である。

衛星 VDES はグローバルなサービスが指向されていると認識しているが、中国、ロシア、韓国、北朝鮮といった我が国周辺国が多いことは、我が国が日本周辺でサービスを行う上で注意すべき課題であろう。

2019年世界無線通信会議(WRC-19)の結果 議題1.9.2「VDES衛星コンポーネントの導入」

3

<概要>

RR 付録第18号に記載されたVHF帯における海上での移動通信に係る周波数利用の規定について、VDESの衛星での利用のために、船舶自動識別装置（AIS）、アプリケーション特定メッセージ（ASM）、地上でのVDES利用、同帯域及び隣接帯域の既存業務に対し追加の制約を課すことなく、海上移動衛星業務の周波数分配及び規制条項について検討するもの。

【WRC-19の結果】

- ・RR付録第18号が改定され、国際VHFのチャンネル表のVDES周波数で衛星VDE（VDESの衛星コンポーネント）の運用が認められた。
- ・RR第5条の周波数分配表に、157.1875-157.3375MHz帯及び161.7875-161.9375MHz帯の海上移動衛星業務が新たに二次分配された。また、脚注第5.228AB号及び第5.228AC号が追加され、この周波数帯の海上移動衛星業務（地球から宇宙）及び海上移動衛星業務（宇宙から地球）の使用はRR付録第18号に従い運用される非静止衛星システムに限ること、また、当該周波数帯の海上移動衛星業務（宇宙から地球）の使用はRR第9.21号に従い、関係国*の合意を得ることが規定された。
- ・脚注第5.208A号及び第5.208B号並びに決議第739(WRC-15)表1-2が改定され、上記周波数帯の使用において、電波天文業務を保護することが規定された。
- ・RR付録第18号のチャンネル表及び注m)、mm)、w)、wa)、ww)、x)、xx)、z)、zx)及びzz)の変更や削除（議題9.2関連の期限見直しなどを含む）が行われた。

*アゼルバイジャン共和国、ベラルーシ共和国、中華人民共和国、大韓民国、キューバ、ロシア連邦、シリア・アラブ共和国、北朝鮮、南アフリカ共和国及びベトナム社会主義共和国

図 3-23 世界無線通信会議の結果

¹⁶ 総務省総合通信基盤局電波部資料。「VHF データ交換システム（VDES）について」。Retrieved from: https://www.soumu.go.jp/main_content/000726352.pdf

なお、2023年2月24日に実施された衛星 VDES 国際フォーラム¹⁷でも本件が話題となった。欧州の衛星 VDES ベンチャー企業である Sternula 社 CEO の MOLTSSEN 氏はこれに対する質問を受け、これらの国々が許可しない場合でも、衛星側の工夫として、送信を切る、アンテナの方向を変えろといったことでも対応が可能と回答していたが、衛星運用を含めシンプルな VDES サービスの構築のために、これら国々の了解が得られるに越したことはない。

経済安全保障重要技術育成プログラムの「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」では、衛星 VDES と電波監視の両方の技術を求めている。

3.2. 中国では漁船と GPS 衛星「北斗」の通信から〈補論〉

我が国の全球測位衛星システム (GNSS: Global Navigation Satellite System) である、みちびき (準天頂) 衛星システムは 2018 年 11 月、4 機体制でサービスが開始されており、さらに 7 機体制構築に向けた開発、整備が進んでいる。内閣府のみちびきウェブサイト¹⁸では、みちびきに関する技術情報や、対応する地上製品、利用サービスといった情報が分かりやすく紹介されている。同サイトでは各国の測位衛星: GPS (米国)、GLONASS (ロシア)、BeiDou (中国)、Galileo (欧州)、みちびき (日本)、NAVIC (インド) の最新情報¹⁹ も紹介されている。

ここでは、中国の GNSS 「北斗」 (BeiDou) について取り上げる。

北斗は、通常の GNSS 機能である位置情報を把握するためのシステムであるとともに、対応端末からの信号を受信する機能を有し、北斗対応の端末と北斗 (衛星) 間の双方向通信が可能といった特徴を有している。中国国内では漢字を 1000 文字まで、世界のその他の地域では漢字 40 文字までを送受信できる。2008 年の汶川地震では、救助隊が北斗端末のショートメッセージ機能を使った情報連絡を行っている²⁰。

中国は漁業のスマート化を AIS、VMS、GNSS (北斗) といった技術を用いて進めている。漁船の位置、漁獲量等が迅速に把握、報告されるようになってきている。国際的な批判されている IUU 漁業への対応と PR されているが、別の視点もある。我が国周辺海域の安全に関する情報として重要な内容であるため、以下に 2 つのレポートを紹介する。

AIS、VMS、GNSS 技術と漁民への報奨金等のインセンティブにより、漁民に特定の行動をとらせることが可能となったことが、九州大学の益尾知佐子准教授による (公財) 日本国際問題研究所に研究レポート「中国の漁業改革の国際的影響」で述べられている²¹。以下にポイントを抜粋する。

- 1) 中国ではスマート漁業の構築が進められ、2018 年 4 月には、「全国沿海漁港建設計画 (2018-2025 年)」が発表された。
- 2) 計画の技術的な目玉は、漁船の自動識別システム (AIS) の導入。漁港の出入り口などに自動認識装置をつけ、漁船の出入港手続きを完全に自動管理する。政府は各漁船の寄港先を (基本的に) 1ヶ所に限定し、母港でのみ水揚げを許可する。中国では各漁船の漁獲内容や水揚げに関する統計の整備が遅れていたが、以後は漁港の各所にカメラや計量器が設置され、人やモノの動きを電子管理することになった。
- 3) 港で捕捉された情報は、共産党の管理下の海洋ビッグデータとして利用・管理されることになった。その鍵となるのが、「北斗」の技術である。
- 4) 多くの国の VMS が 4 時間に一度の頻度のところ、中国の全遠洋漁船の VMS 装置は毎時一回、当局に自動的に信号を発信。警告通報機能も備え、操業漁船の無許可海域への接近を防ぐ。
- 5) 各漁船の遠洋操業日誌の報告率は、2019 年末に 100%に達した。

¹⁷ https://www.spf.org/global-data/20230224_VDES_speakers.pdf

¹⁸ みちびき. <https://qzss.go.jp/>

¹⁹ みちびき. 「各国の測位衛星」 <https://qzss.go.jp/technical/satellites/index.html>

²⁰ 国立研究開発法人科学技術振興機構. 「Science Portal China: 人々の生活に大きな影響を与える衛星測位システム・北斗」. Retrieved from: https://spc.jst.go.jp/news/200604/topic_3_02.html

²¹ 益尾知佐子. 「中国の漁業改革の国際的影響」 Retrieved from: (<https://www.jiia.or.jp/research-report/post-94.html>)

- 6) 当局は漁民の行動を細かく制御できるようになった。VMS の燃料補助金支給機能を用い、漁民への報奨金等のインセンティブをつけ、漁民に特定の行動をとるよう命じることができる。

また、ロイターの記事は、中国の漁民の軍事訓練や助成金について、関係者へのインタビューを行い、次のように報じられている²²。

- 1) 中国は南シナ海への漁船団の高性能化を進めており、軍事訓練や助成金、燃料等の支援を行っている。
- 2) 訓練には、海上演習や外国船舶に関する情報収集、そして「中国の主権を守ること」などが含まれている。海上演習も行う訓練で、政府は漁師に参加費を支払う。
- 3) 政府は助成金で、木製ではなく、鋼鉄製で重量のある船舶の使用を奨励。
- 4) 一部の漁船には小型の武器が搭載されている。

(参考)

・ 中国の漁船は AIS 搭載が進んでいる。

世界各地での中国船による IUU 漁業が批判されているが、実は中国の漁船は AIS 搭載が進んでいる。中国交通運輸部が建設した中国 AIS システムは 10 年間にわたる建設と発展を経て、すでに中国の全沿岸水域と内陸河川のハイレベル航路をカバーした。AIS 端末は 2012 年 7 月 1 日までに全国 13 万 4 千隻の船舶に設置される予定²³。

また、中国では AIS の利用が進んだためか、船舶搭載用であった AIS 装置を漁具（漁網の付いたブイ）に設置するとの事例もある。漁具に設置された AIS も図 3-24 のように紹介されている。本来の AIS の利用目的から外れるが（問題がないわけではない）、漁業者は網を入れた場所を簡単に探索でき、付近を航行する船舶は漁具を船と思って避航し、漁具が守られることになること紹介されている²⁴。



図 3-24 漁具に設置された AIS

(参考) 衛星コンステレーション、軌道上プラットフォーム (HAPS) による通信
高速のネットワーク化を求め、米国スペース X 社による Starlink など低軌道通信衛星コンス

²² ロイター. 「アングル：中国が「漁船団」に軍事訓練、南シナ海へ派遣」（2016 年 5 月 2 日）. Retrieved from: (<https://jp.reuters.com/article/angle-china-fishing-boats-idJPKCNOXT0FB>)

²³ 国立研究開発法人科学技術振興機構. 「Science Portal China. 中国の漁船、衝突防止や通信に役立つ AIS 端末搭載」. (2012 年 6 月 1 日) Retrieved from: https://spc.jst.go.jp/news/120601/topic_5_01.html

²⁴ 松本 浩文准. 「【特集】 漁船の安全対策と 海難防止の取り組み：AIS を利用した漁船の避航と漁具の識別」. 日本海難防止協会 海と安全 NO.587 Retrieved from: https://www.nikkaibo.or.jp/pdf/587_2020.pdf

テレシヨンの船舶サービス適用も商用化されつつある²⁵。国内においてはNTT/JAXAがIOWN構想の検討を行っている。静止衛星/低軌道光通信衛星コンステレーションなど重層化した信頼性の高いシステム構想となっている²⁶。Starlinkなども最終的には複数高度のコンステレーションを組み合わせ、複数周波数を用いた多層システムを目指している。

抗堪性なども考慮した場合、このような多層化重層化したシステムが単一ノード(衛星等)の攻撃に対して耐性が高く、また複数のルーティングを持てることから通信速度の安定化に対しても優位であることはインターネットの例で明らかであり、最終的に海洋を含めた安定高速通信環境の確保という意味においてはこれらの大型システムが望まれる。

しかしながら、IOWNもまだ構想中であり、ユースケースにより、コストや通信速度、抗堪性などとパラメータとした全体通信システムの最適化は変わってくることから、今後もこれらについて利用議論および技術的実現性検討動向に注視する必要がある。

²⁵ 商船三井. <https://www.mol.co.jp/pr/2022/22140.html>

²⁶ JAXA. https://www.jaxa.jp/press/2019/11/20191105a_j.html

1.4. 電波監視

<利点>

船舶からは、周囲の他船把握のための船舶レーダ、通信のための電波が送信されており、これを衛星で受信することで、およその位置を把握可能である。AIS 信号が送信されない、得られない船舶の把握に有効となる。AIS 同様に、広域な範囲を一度に観測可能である。また、受信した電波の情報から船舶の絞り込み（電波指紋）等といった技術も存在する。

<課題>

AIS のように位置情報を含まないため、船舶の正確な位置の把握は難しい。衛星での受信が前提となっていないため、受信した情報の取り扱いには特に注意が必要と思われる。なお、海外では受信した電波からの船舶位置情報（船舶名、位置）が有償サービスとして提供されているが、より詳細な信号の情報は輸出規制の対象となっている。

<状況>

海外の民間サービスとして、米国の Hawley360、フランス Unseenlabs、ルクセンブルクの Kleos といった企業が専用衛星を打上げ、情報提供サービスを行っている。

Hawley360 と Kleos は、3 機、または 4 機を一組とする構成で運用し、船舶等の電波発信源の位置推定精度を高めている。一方の Unseenlabs は 1 機ずつを軌道に配置することで、（同じ機数であれば）観測頻度が高く、もしくは安価な情報提供サービスを PR している（また、1 機の衛星から電波源の推定位置を高める技術開発も行っている）。

電波発信源の位置推定精度（どこまで絞り込めるか）は、複数機を 1 セットとした衛星では概ね 1 km、1 機ずつの構成は概ね 10 km レベルのようである。そのため、利用したい海域の船舶密集度や（距離の近い船舶を識別したいか）、利用用途に応じどこまでの精度を求めるかによる選択が有効であろう。

なお、Hawley360 は米国は ITAR 規制（輸出）を受けるところ、欧州の Unseenlabs、Kleos は輸出規制が少ないことも PR している