

「衛星VDESの国内導入に向けた環境整備」

(我国の取組方策の検討)

令和2年11月13日

公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所(OPRI)
特別研究員

渡辺 忠一

はじめに

<発表内容>

1. 海洋政策研究所の概要紹介(海洋宇宙連携関連の活動を中心に)
2. 衛星VDESとは
 2. 1 現行AIS(Automatic Identification System)の利用現状と課題
 2. 2 VDES(VHF Data Exchange System;次期AIS)概要
 2. 3 衛星VDES関連の国際動向
3. 衛星VDESの国内導入に向けた環境整備(課題)の検討
 2. 1 利用ニーズの検討
 2. 2 衛星VDESの事業化検討
 2. 3 環境整備課題と対策私案
4. まとめ

1. 海洋政策研究所の概要紹介

(海洋宇宙連携関連の活動を中心に)

公益財団 笹川平和研究所 海洋政策研究所のご紹介

前身にあたる「海洋政策研究財団」は「人類と海洋の共生」を目指して2000年から海洋政策の研究、政策提言、情報発信等を行うシンクタンク活動を開始。海洋に特化したシンクタンクとして、笹川平和財団海洋政策研究所は財団のミッション・ステートメントに掲げられている「新たな海洋ガバナンスの確立」に向けて貢献。



海洋宇宙連携に関する2019・2020年度の取組み

シンポジウム「第2回宇宙を用いたグローバルな海洋監視に関するシンポジウム-アジア太平洋地域における海洋宇宙協力に向けて」を2019年10月4日に開催した(第1回は2019年2月に開催)。
 「宇宙を用いたグローバルな海洋監視の最新技術動向と将来」(2月8日)
 アジア太平洋地域における海洋宇宙協力の可能性について漁業の監視等の議論を深めた。



「第2回 海洋宇宙連携に関する勉強会」(2019年7月)

勉強会では、AI(人工知能)と衛星VDESの2点の最新動向を踏まえて、2018年11月に開催した第1回勉強会(合宿)の議論を発展させるため「海洋宇宙連携を実現化するためのシステム像・ビジネス像」というテーマで、24名の参加者が3つのグループに分かれて、グループディスカッションを行った。各グループからは、「SDGsの観点からのVDESによる商船・漁船両者の利益追求」などの具体的な提案が示された。



衛星VDESに関する検討(2019年5月)

新たな海洋宇宙連携像の構築に向けた検討のなかで、次世代のAIS(自動船舶識別装置: Automatic Identification System)として想定されているVDESに着目し、「衛星VDES情報交換会」を開催した。ノルウェーが2017年にNORSAT-2(AIS+VDE)衛星を打上げて実験運用を行うなど幾つかの国でも検討が進みつつあることを踏まえて、検討ロードマップや衛星VDESへの期待などについて議論を行った。

「衛星VDESによる航法勉強会」(2020年1・2月)

国際電気通信連合(ITU)の会合(WRC-19、2019年秋開催)において、VHF帯に周波数割当が決定し、衛星VDESの運用に向けた整備が可能となってきたことを受けて、その実利用の一形態として、船舶間通信の将来の可能性を検討するため、「衛星VDESによる航法勉強会」を開催した。この成果は、IALA(国際航路標識協会)の会議で、構築した利用形態(協調航法)の具体像を発表し、国際連携を模索するべくプレゼン資料にまとめた(コロナ禍の為、プレゼン実施を2020年9月に実施)。

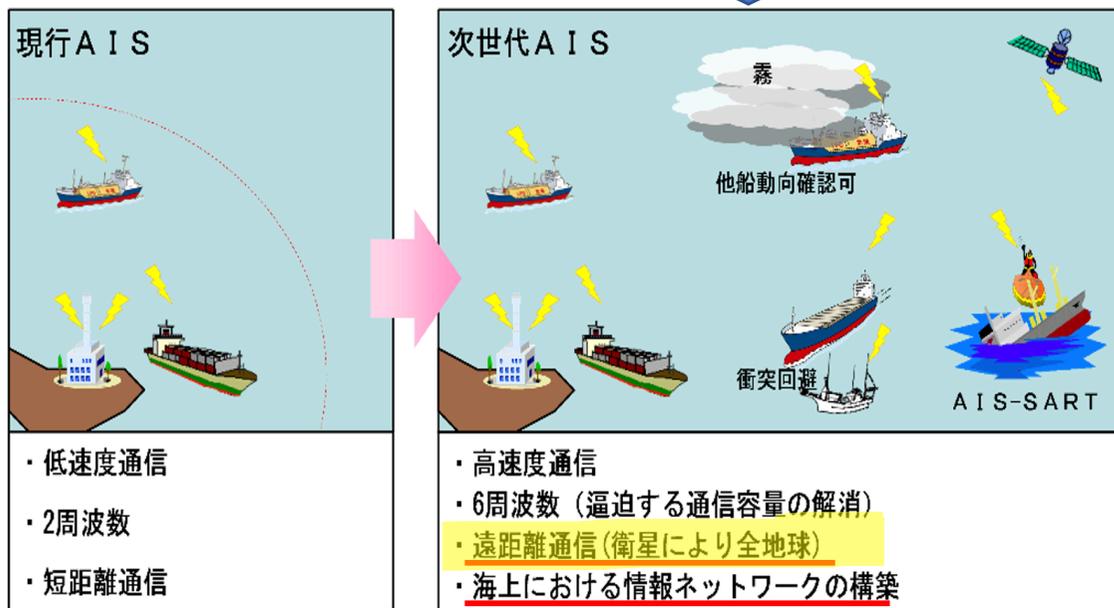
「衛星VDES委員会活動」(2020年9月～、委員長:今津東京海洋大名誉教授、OPRI主催)

衛星VDES国際運用機関創設並びに「協調航法」普及を目的に委員会(OPRI主催)を9月より開始。今後、シンポジウム開催並びに国際連携化を予定。

0) 従来、海上VHF帯(156-162MHz)の電話(アナログ)が利用されてきた

1) 並行して、デジタル化となり、船舶自動識別装置(現行AIS)が導入されている

2) 現在、次世代AIS(VDES: VHF Data Exchange System)として、双方向デジタル通信により、海洋における情報通信ネットワークの構築を可能とする改良が検討されている(2019年11月にITUにて衛星を含むVDES周波数割当てが決定し、衛星通信システムが本格的に実施可能に)



◆OPRIでは現在、下記ミッション達成に向けて、技術調査・利用検討・国際連携に関する政策研究を実施中

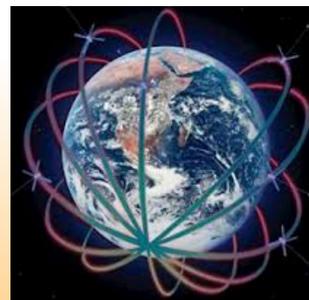
＜OPRIミッション＞
衛星VDES運用国際機関の立上げを通じて世界・国益確保を図る。
 (我国プレゼンス確保)

次世代AIS(VDES)国際標準化のイメージ(海保HPより)

NORSAT2概要

衛星重量: 約20Kg
 衛星大きさ: 20 × 30 × 44cm
 電力: 約60W
 VDES搭載装置: 約1.5Kg

VDES衛星コンステ(約60機)



VDES運用
 国際機関
 (日本)

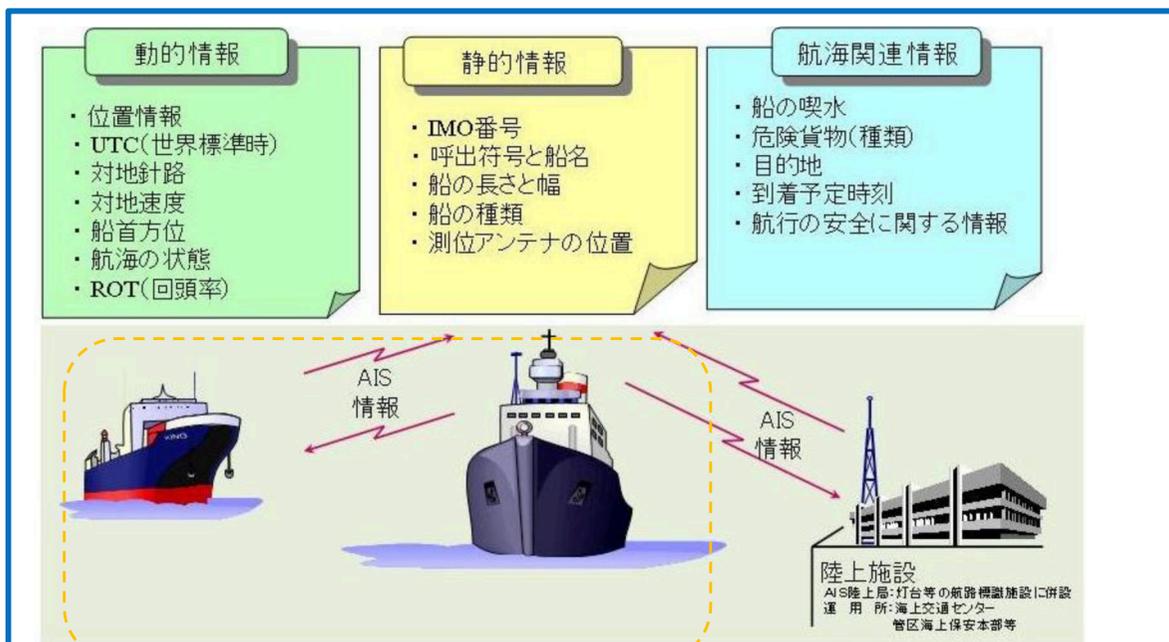
航行船舶



2. 衛星VDESとは

AIS(船舶自動識別装置)の概要

- AISは、船舶の識別符号、種類、位置、針路、速力、航行状態及びその他の安全に関する情報を自動的にVHF帯電波で送受信し、船舶局相互間及び船舶局と陸上局の航行援助施設等との間で情報の交換を行うシステム(夜間・雨天時にも有効)
- 衛星AISは、衛星受信機で船舶AIS信号を受信(モニタ)する(送信は不可)
(世界中の船舶AIS情報をリアルタイム(約1分間隔)で入手可能(米国民間企業経由))



(半径約20Kmに2秒間隔)

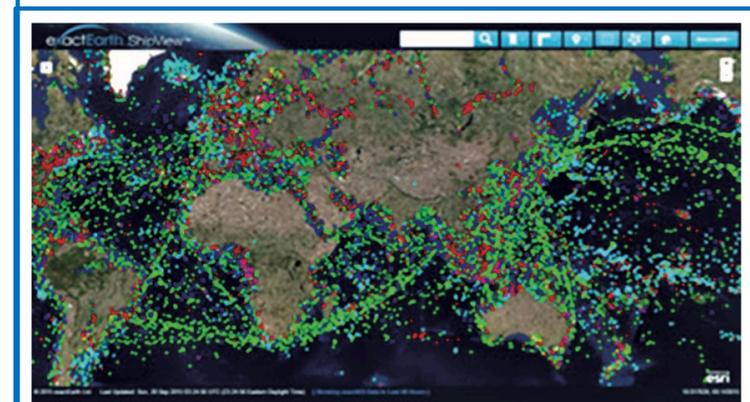
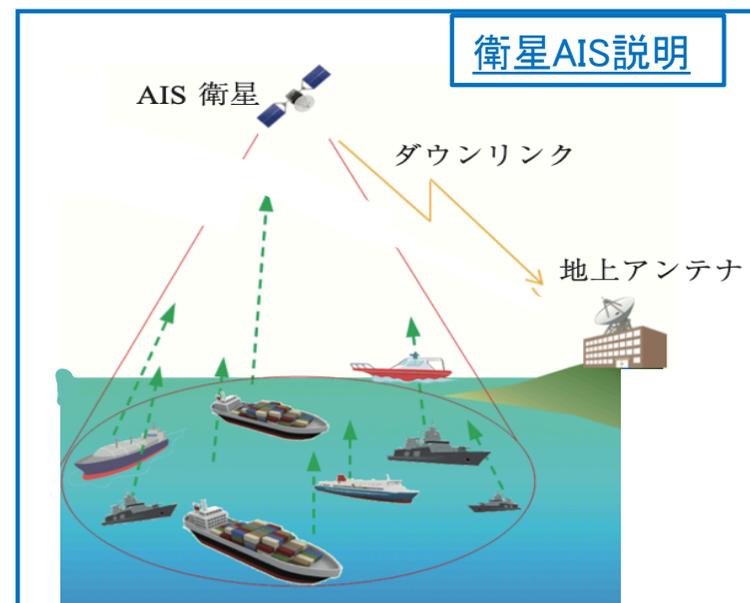
● AISの搭載義務

2002年7月1日に発効された「1974年の海上における人命の安全に関する条約 (SOLAS74)」第V章受け、国内法では、次の特定の船舶に対し、AISを搭載することが義務づけられています (第19規則)。

- (1) 国際航海に従事する300総トン以上の全ての船舶
- (2) 国際航海に従事する全ての旅客船
- (3) 国際航海に従事しない500総トン以上の全ての船舶

(出典:海上保安庁 HPより転載;

<http://www.kaiho.mlit.go.jp/soshiki/koutsuu/AIS-info.html>)



AIS 情報で取得した船舶の動静 ©exactEarth

AIS利用の現状

- 船舶間で相手船の位置・進路を電子海図に表示し、安全航行に利用
- 陸上では、領海内を中心に、船舶動向監視等の海上保安業務に利用
また、入港時の連絡調整に利用する等、多用途で利用（必須）

船舶の航行安全に利用(洋上)

海上保安業務に利用(陸上)

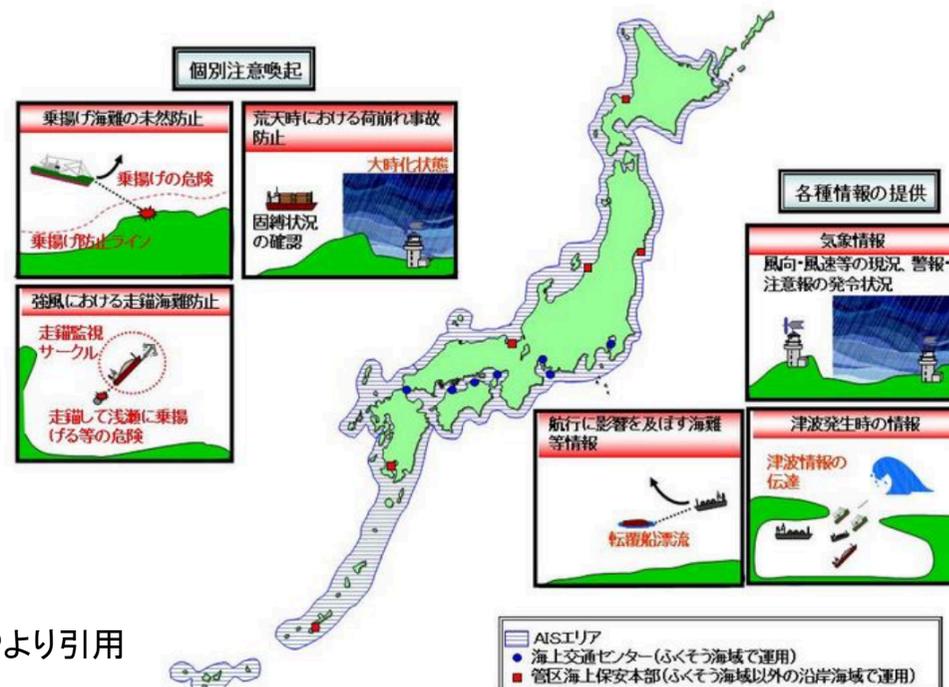


東京湾海上交通センター



第十管区海上保安本部

- AIS陸上局のカバーエリアと航行支援システムによる情報提供の例



中国では漁網回収用ブイとしても利用(違法)

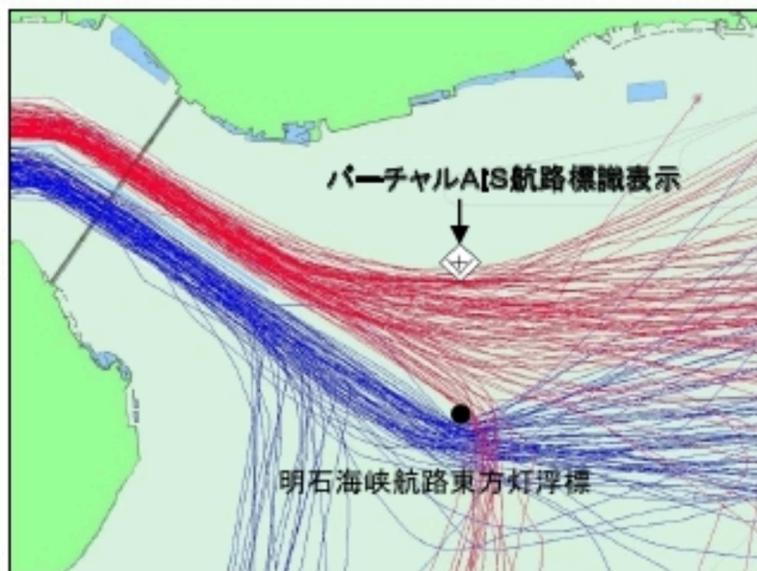


写真は各メーカーHPより引用

バーチャルAISによる航路監視・海域保護

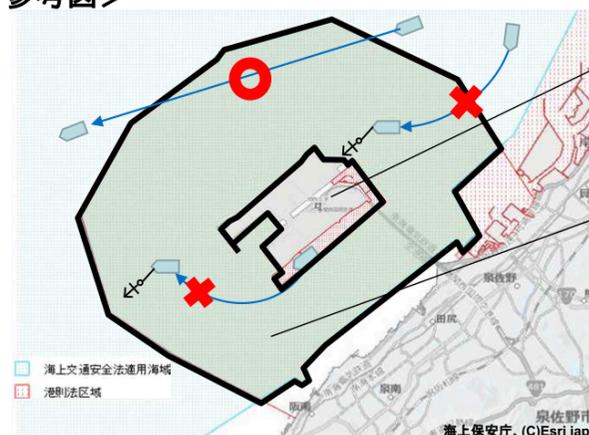
●バーチャルAISとは、実物ブイを設置する代わりに、海岸地球局よりバーチャルブイ位置情報をAIS信号を利用し発信することで、船舶搭載のAIS受信機表示盤上にブイマークを表示するシステム。（海保で現在運用中）

○明石海峡の例（既に運用）



○荒天時の関西空港周辺（今後の適用アイデア）

<参考図>



海保HPより引用

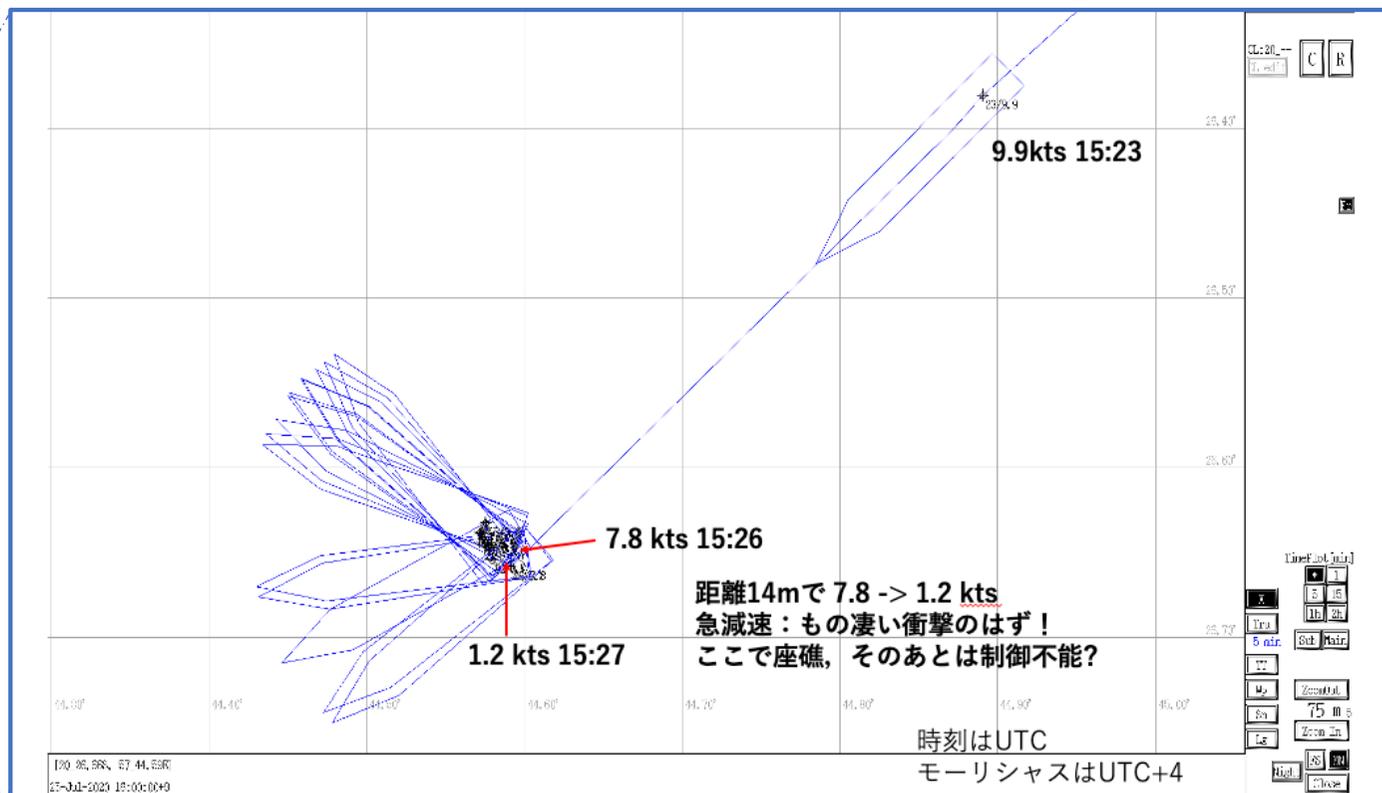
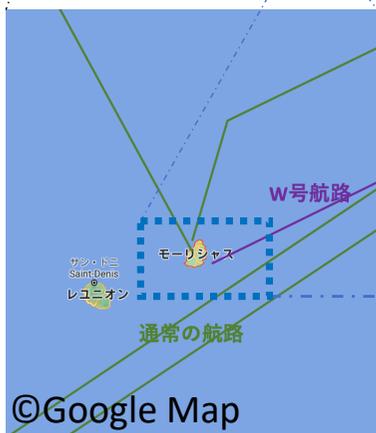
<コメント>

○バーチャルAISで通航標識や保護海域を示すことで、船舶の安全航行並びに侵入禁止区域への侵入を抑えることが可能となる。地上VDESが未整備の海域や、公海上(遠方海域)の危険海域を、衛星VDES経由で通知できる。

○実物ブイは、通航障害・故障等が発生する、景観悪化、関係団体調整が困難等のデメリットがある。また、潮の干満・風浪等で、危険海域が時間変化する場合、バーチャルAISが有効である。

衛星AISによる航路解析 (WAKASHIOの例)

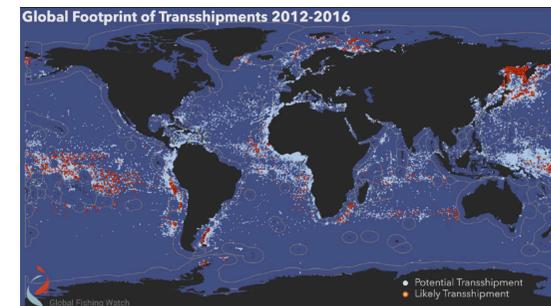
- 事故前後の航路データを取得 (1分間隔) / 解析が可能。
- WAKASHIOの例: (下図参照)
AISデータより、船速が急減速となり、船首方向が不安定になったことが判る。



出典： 神戸大学若林教授解析を引用 (IHIジェット提供データ使用)

不審船(瀬取り)等の監視/違法漁業監視で利用

- 海洋監視は、衛星AIS情報+リモセン衛星+目視+知見データを組合せて実施されている。
- AIS情報は、下記の情報を得るのに有効であり、グレー船の抽出に貢献。
 - ① AIS信号On/Offを繰り返す
 - ② AIS情報の欺瞞が多い船舶の抽出
 - (静的船舶DB(船名、トン数、船長幅他)と矛盾)
 - (漁船と送信しながら漁場以外で行動、船体縦横比等造船工学的と矛盾)
 - ③ 行動履歴分析 (White List, Black List船データベース整備)
 - 通常(標準)ルートから逸脱する船舶
 - AIS追尾データ動的分析し、定期航行ルートを平時に解析
- 違法漁業(IUU)監視分野で、Global Fishing Watchは継続的監視に利用
 - (今後10年以内に、すべての大規模漁業(世界の海上漁獲量の約4分の3を占める約30万隻のボート)を追跡し、小規模漁船を追跡する能力を高めることを目指している)



出典: GFWのHPより引用

現行AIS利用の課題

- ①単行通信のため、相手船が受信したかの確認が取りにくい。
- ②全船舶搭載では無い。

国際航海に従事する総トン数300トン以上のすべて船舶、国際航海に従事しない総トン数500トン以上の貨物船、及び旅客船(大きさを問わず)は、海上人名安全条約(SOLAS)で搭載義務化されているが、小型の船舶(漁船、レジャー船等の非搭載義務船)のAISによる情報共有が遅れている。

(漁業後継者確保、ヨットレース時の義務化等の施策が展開中)

- ③ AIS装置の電源OFFも可能。

艦艇はAIS搭載義務は無い。危険物運搬船はOFF可能。不審船もOFFが多い。

- ④AIS情報は欺瞞が可能(入港規制、内容の精査が必要)
- ⑤東シナ海他では、無線規則違反のAIS装置も利用されている。
- ⑥衛星AISのデータ受信率があまり良くない。

衛星は広域受信が可能であり、船舶が輻輳する海域では、AIS信号の発信がAISの時間分割信号処理能力を超えるため。

- ⑦衛星AISは、通信傍受であるとの法解釈があり、我国の取り組みが遅れた。
(商用AIS情報は有償)

- ⑧地上AIS受信海岸局の通信範囲は、アンテナ設置場所によるが概ね約20~40Kmの領海内のみ。(EEZ全域カバーされていない)

関連事項: 最近、位置決定誤作動によりAIS信号内の位置データ不良が懸念

(航法衛星信号のスプーフィング(なりすまし)による)

VDESとは

●1960年頃より、入出港時の連絡・付近の船舶との連絡に、「海上VHF帯(156-162Mhz)の電話」が利用されてきた。近年、音声を補助・代替するべく、予定航路・港湾情報・安全情報をデジタル伝送するVDES (VHF Data Exchange System)システムが開発されている。

●VDESは次期AISと云われており、従来のAISに以下の機能(ASM、VDE、Sat)を追加したシステムである。

VDES (VHF Data Exchange System) = AIS + ASM + VDE + Sat

AIS (Automatic Identification System) : 自船ID,位置,速度等を周りの船に発信するシステム(放送)

ASM (Application Specific Messages) : 特定ID船舶等から特定船舶等に向けてメッセージ送信を行う(単行通信)

VDE (VHF Data Exchange) : 船舶間で、双方向通信を行う(双方向通信)

Sat (Satellite) : 高度約600Kmの周回通信衛星。

注意:「VDES」定義には衛星が含まれているが、地上VDESと区別するため、衛星を中心にしたVDESを「衛星VDES」と呼称する。

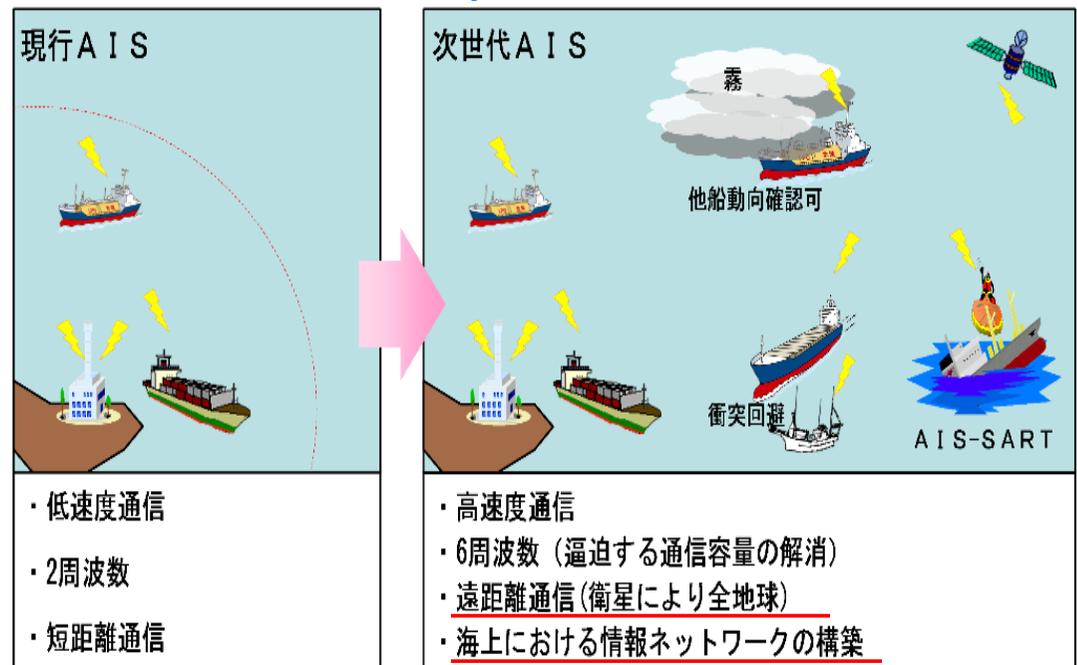
●AISは不特定多数に向けて情報発信するシステムであるが、ASMは、特定の船舶間でメッセージ送信が可能となるため、利用が増加している。一例として、投錨中の船舶が流されている時に、海保からアラームを発出する等の利用もある。

●VDEは、海上における情報ネットワークの構築が可能となり、サーバー利用も可能となる。船舶間で衝突回避の為の相互リアルタイム通信や、船舶-陸上ユーザー(港湾会社等)間の業務通信への利用が期待されている。

●AIS電波は、海上で約20Kmが通信区域であったが、VDES衛星を利用する事で、半径約2,000Kmが通信可能となる。

また、コンステレーション(約60機)を構成する事で、世界中をリアルタイム通信可能となる。

次世代AIS (VDES)国際標準化のイメージ

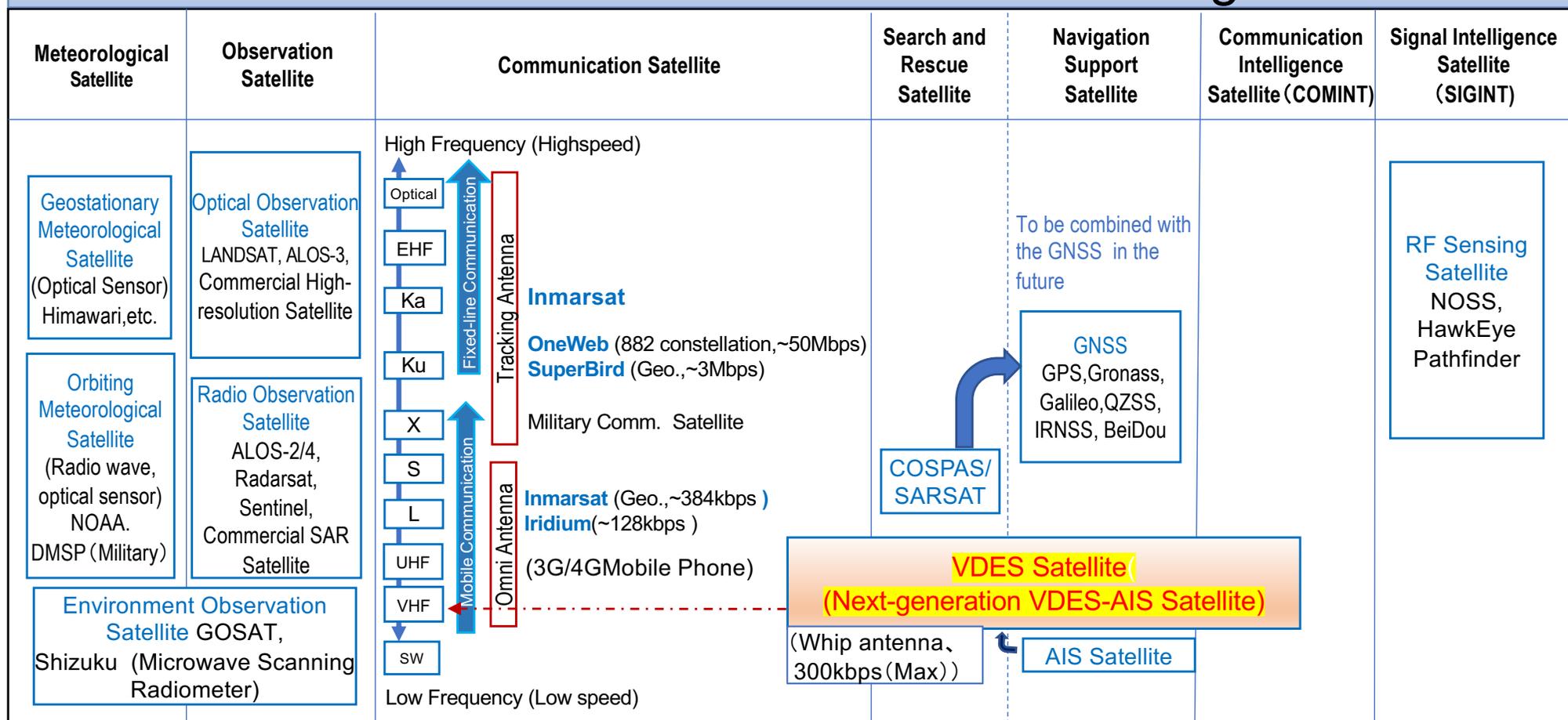


(出典: <http://www.kaiho.mlit.go.jp/soshiki/koutsuu/shingijyutsu.html>)

衛星VDESは、「海事・海洋向け中速度の業務用IoT衛星通信」

- VDES衛星は、通信＋捜索救難＋航法支援＋通信インテリジェンスの領域をカバーする(下図)。
- 衛星VDESはVHF帯電波を利用するため、無指向アンテナを利用して、省電力、低コストで遠距離に確実な通信が可能のため、小型船舶等を含めて海洋デジタル通信インフラ構築が期待できる。
(インマルサット、SuperBird,OneWeb衛星は、指向性の高い周波数帯(Lバンド以上)を利用)
- 回線速度は中速度(最大300Kbps程度)であるが、人命に関わる様な業務用IoT衛星回線として期待。

Position of Satellite VDES in ocean intelligence



現行AIS v.s. 地上VDES v.s. 衛星VDESの比較一覧



	現行AIS	地上VDES	衛星VDES
機能	自船の位置・船速・針路・船名・貨物情報を定期的に送信(不特定多数に)。	ASM(特定目的にメッセージ送信)+VDE(双方向通信)機能を付加。	ASM(特定船舶間通信)+VDE(洋上双方向通信網)+Sat.(遠方通信)機能を付加。航行安全情報の放送を受信可能。
通信距離	近くの船舶間(洋上で約20Km) 衛星AIS(受信のみ)は全球	同左。海保はほぼ領海内をカバーと推察	遠距離(領海外でも可能) (半径約2,000Km)
通信区域	海上どこでも可能	同左	同左 (イリジウム、インマルサットは利用禁止国がある)
装備が容易か	1~2mの無指向性アンテナでOK。AIS装置はWi-Fi通信可能な物もあり扱い容易。	同左	同左 (インマルサット、スーパーバード等は追尾アンテナが必要のため場所を選ぶ)
費用(装置代)	数10万円~約200万円	未定(同左程度と推察)	同左
費用(通信費)	無料 (但し、衛星AISは有料)	同左(但し、アプリ利用費用は未定)	衛星費用負担は未定。 民間ビジネスモデルにより無償化を検討可能

衛星VDESの利用事例と方向性

<NORSAT-2事例>

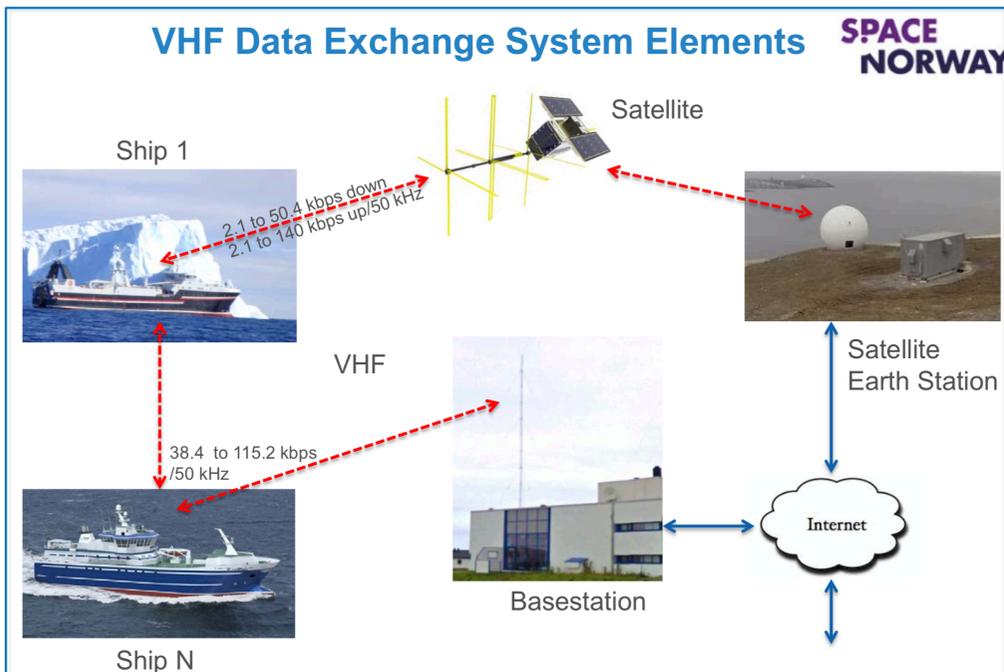
●ノルウェーは、2017年7月にNORSAT-2(VDES衛星)を打上げ、北極海で実験運用中(下図参照)

- ◆用途: ①北極海の海氷データ送信等、NAVREA情報配信
責任海域の航海安全情報の放送、
②GPS補正情報配信(放送)、
③半島反対側の船舶との通信、
④遠方船舶と海岸地上局間の通信、等で利用

- ◆通信速度: ①船舶一船舶間は、38.4~115.2kbps
②船舶一衛星間は、2.1~140 kbps

<既存海上通信の通信速度>:

- インマルサットBサービス: データ通信9.6kbps
- インマルサット第4世代衛星(静止衛星)を使ったサービス(BGAN)
 - ・IPデータサービス: 32.64~384kbps
 - ・音声電話: 高圧縮4kbps
 - ・指向性アンテナを静止衛星に向ける必要あり。
- NTTドコモ: ワイドスターII
上り最大144kbps・下り最大384kbps。
- 船舶用イリジウム衛星電話「OpenPort」
最大128kbps
(従前のイリジウム衛星電話の通信速度は2.4kbps)
- イリジウムネクスト(L帯) 最大1.4Mbps



出典: 「Norsat-2 AIS+VDES」 (NORWAGIAN SPACE CENTER)
nfas.autonomous-ship.org/gmknfas-170215/6_mikrosat.pdf

<利用の方向性>

- ①衛星が優位な「放送形式(1対多)」(同報)で、海の安全情報を遠距離・広域に放送配信に利用する。(衛星の優位性)
- ②扱いやすいVHF帯であり、無指向アンテナの為、小型船舶等を含む共通インフラへ
- ③VDESの用途は音声での情報交換の補完をチャット形式で行うことが中心であり、双方向で通信可能であり、**協調航法通信に最適**。
- ④画像等の大容量データは、直接伝送は困難だが、VDESメッセージからリンクする形式とし、**データの「存在」**をチャットで共有し間接伝送可。
- ⑤船舶IoTデータ回線(冗長回線)に利用。

VDESのユーザーは誰か・衛星のメリットは何か

IALA HPに下記の通り記載されている。

(<https://www.iala-aism.org/technical/connectivity/vdes-vhf-data-exchange-system/>)

●WHO ARE THE USERS OF VDES

Current users of AIS and...

1. Mariners; including those engaged in Commercial Trans-ocean and inland waterway shipping & light commercial operations, fisheries, marine transportation services, recreational activities, ocean and waterway research, and maritime monitors.
2. Administrations, VTS, Port authorities, Maritime Authorities, and Regulatory Authorities.
3. Organizations, scientific, environmental, educational, industrial and other service providers for Maritime industry.

●WHAT ARE THE BENEFITS OF THE SATELLITE COMPONENT OF VDES?

The VDES satellite component provides very large area coverage cost effectively, this is particularly important in the Polar Regions outside geostationary satellite coverage. In addition, VDES satellite can assist with coverage beyond the range of terrestrial VDES, or where VDES infrastructure does not exist.

The satellite component of VDES may increase the ship terminal adoption rate as a cost effective, global (but low capacity) capability while the terrestrial VDES is widely deployed.

As an example, NAVAREA XIX is 1500 km wide at 75 N and the North-South distance is more than 2000 km between 65 N and 85 N. This area is poorly served with affordable communications, and this is the reason Norway launched its Norsat-2 satellite with a VDES test transceiver in July 2017. Two such satellites in polar orbits would provide automatic store and forward VDES messaging for typically 10 minutes 26 times per day for latitudes higher than 70 degrees. A terrestrial VDES base station may have limited coverage range, and there are very few islands with access to the internet and power in the Arctic. Providing coverage with a terrestrial solution only would not be possible in these regions.

Table 3 Potential VDES Uses cross-referenced to IMO SIP MSP

POTENTIAL USES OF VDES

To assist in identifying possible options for use of VDES a number of potential scenarios have been developed. These are presented to provide context for development and implementation of digital communications, including VDES.

The use cases are cross referenced to Maritime Service Portfolios as noted in Table 3.

Potential uses of VDES	MSP Reference
SAR Communications	MSP 9 - Telemedical Maritime Assistance Service (TMAS) MSP 16 - Search and Rescue (SAR) Service
Maritime Safety Information	MSP 5 - Maritime Safety Information (MSI) service MSP 13 - Ice navigation service MSP 14 - Meteorological information service MSP 15 - Real-time hydrographic and environmental information services
Ship Reporting	MSP 8 - Vessel shore reporting MSP 15 - Real-time hydrographic and environmental information services
Vessel Traffic Services	MSP 1 - VTS Information Service (IS) MSP 2 - VTS Navigation Assistance Service (NAS) MSP 3 - VTS Traffic Organization Service (TOS); MSP 4 - Local Port Service (LPS) MSP 6 - Pilotage service MSP 7 - Tugs service
Charts and Publications	MSP 11 - Nautical chart service MSP 12 - Nautical publications service MSP 15 - Real-time hydrographic and environmental information services
Route Exchange	MSP 1 - VTS Information Service (IS) MSP 2 - VTS Navigation Assistance Service (NAS) MSP 3 - VTS Traffic Organization Service (TOS); MSP 4 - Local Port Service (LPS) MSP 5 - Maritime Safety Information (MSI) service MSP 6 - Pilotage service MSP 7 - Tugs service MSP 8 - Vessel shore reporting MSP 10 - Maritime Assistance Service (MAS) MSP 11 - Nautical chart service MSP 12 - Nautical publications service MSP 13 - Ice navigation service MSP 14 - Meteorological information service MSP 15 - Real-time hydrographic and environmental information services MSP 16 - Search and Rescue (SAR) Service
Logistics	MSP 7 - Tugs service

衛星VDESシステムの国内外動向

- 我が国は、長年、e-Navigationを提唱しており、IALA（国際航路標識協会、我国（海保）が技術委員会議長）にて、標準化検討等が実施されてきた。
- ノルウェーは、ESA（欧州宇宙機関）通信部会に、VDES衛星を提案し、ESAからの受託を受けた。
ノルウェーは、2017年7月にVDES衛星（NORSAT-2）を打上げ、北極海で実証実験を実施・運用中（NORSAT-1はAIS衛星、-3は電波探知衛星）
- ESAのイギリス・ドイツ・イタリア・スペイン・スウェーデン・デンマーク&カナダ（NORSAT衛星BUS開発）が熱心に活動中。
アジア地区では日本以外に豪州・中国・シンガポール・韓国が熱心。
- これらの活動を元に、2019年11月にITUにて衛星を含むVDES周波数割当てが決定した。
- IALAからIMOに、VDESをAIS同様の利用を可能にする認可申請が提出済（認可後は、新造船はVDES搭載に移行と予測）

- OPRIは、海洋デジタル化促進に関する政策研究の一貫で、衛星VDES国際運用機関を立上げる事を、2020年9月のIALA会合にて提言すると同時に、衛星VDES委員会設立を計画。

＜OPRIミッション＞：衛星VDES国際運用機関の立上げに貢献し世界への貢献（プレゼンス確保）・国益確保を図る。

⇒海上保安庁で検討中の地上系VDESに加え、「衛星VDES委員会」を9月に設立し、オールジャパンで促進する。

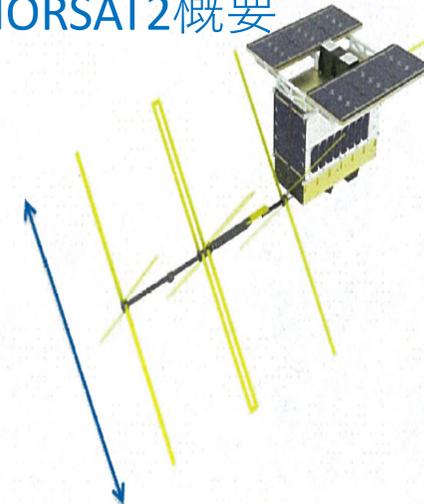
尚、今後、各国より専門家の参加を得て、国際検討WGへ発展していきたいと考えている。

＜メリット＞

- 海洋国家としての優位性を活かし、インド太平洋戦略に貢献。
- 全船舶共通の海洋情報共有インフラが構築可能であり、海洋デジタル社会を実現することで、海洋産業振興にも寄与。

- 2020年8月24日に、Saab・Orbcomm・AAC Clyde Space社より、2022年にVDESデモンストレーション衛星を打上る計画が発表された。

NORSAT2概要



衛星重量： 約20Kg

衛星大きさ： 200 × 300 × 440mm

電力： 約60W

VDES搭載装置： 約1.5Kg

軌道： 高度600Km(太陽同期)

註) VDES衛星は超小型衛星（約20Kg）であり、低価格で、小型ロケットでも打上げ可能。

- 2020年9月29日のIALA会合で、デンマーク委員からVDES ALLIANCEを結成し、2028年までに60基体制の計画が提案された。
- その他

VDES関係の規格(整備状況)

- IALA: 国際航路標識協会(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities、NGO)
 - IALAガイドラインG1117(VHF DATA EXCHANGE SYSTEM (VDES)OVERVIEW)
(2016年12月発行済)
 - IALAガイドラインG1139(VDES技術仕様)(第3版を2019年6月発行)
- ITU-R: ITU(International Telecommunication Union)の無線通信部門
 - ITU-R勧告M.2092(VDES技術条件)(M.2092-0(*)を2015年10月に発行、
現在M.2092-1向け改定作業中)
 - (*: Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band)
 - ITU WRC-19会合で衛星VDES周波数が利用可能に
- IMO: 国際海事機関(International Maritime Organization、IGO)
 - SOLAS条約(*)でAISの搭載要件を規定。(*:海上における人命の安全のための国際条約)
 - SOLASを改正して「AIS又はVDES」とする提案を受けて、近日会合予定。
- IEC: 国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission、NGO)
 - AIS規格は作成済
 - 現在、ASM規格を検討中
 - VDES規格は未着手
- VDES Alliance:
 - デンマークのStefan Pielmeier氏(IALA ENAV委員会WG3議長)がAllianceの設立を呼びかけ中。

Saab, Orbcomm, AAC Clyde Spaceが2022年にVDES衛星打上げを発表(20200824)



An OrbComm satellite provides AIS communications to shipping (source: メッセージ Saab)

New VDES satellite will drive e-navigation and autonomous shipping

25 Aug 2020 by Martyn Wingrove

VHF data exchange will be expanded outside of coastal areas to transfer navigation and IoT information

Saab, Orbcomm and AAC Clyde Space signed a contract for a new satellite that will use the VHF Data Exchange System (VDES) for maritime communications.

They are planning to build and launch a nanosatellite into low Earth orbit (LEO) to test using VDES for communications, extending current coastal VDES into the oceans.

Saab expects a successful trial will lead to a new constellation of these small VDES satellites for global coverage.

Saab chief strategy officer Christian Hedelin said this investment will open new applications for data exchange and internet of things (IoT).

“This is a very exciting project where Saab is testing new technology in space, which we think will become the enabler of future secure communication services and applications,” he said. This VDES package will enable safer, more sustainable and greener shipping with spin-off potential for other industries.

Satellite VDES will also be a new automatic vessel tracking standard augmenting existing networks, such as the automatic identification system (AIS). All ships in service with VDES can carry out two-way communications with each other across the globe, like a secure wireless internet for shipping, Saab said.

VDES will enable better vessel positioning and communications, with 32 times more bandwidth than AIS. It will facilitate better e-navigation due to its greater capabilities for transferring voyage data. VDES could also be used as a communications channel for data between an unmanned vessel and onshore control centre.

E-navigation and other solutions based on the VDES technology have the potential to deal with the growing global maritime traffic, leading to safer and more optimal traffic management, which will save a lot of fuel and emissions, said Mr Hedelin.

“With the deployment of this technology, we will also contribute to a more sustainable society,” he said.

AAC Clyde Space will manufacture the spacecraft, while Orbcomm will contribute its satellite operating, vessel tracking and IoT experience and Saab the VDES technology.

This project is co-funded by the Swedish Transport Administration (Trafikverket).

“The new LEO nanosatellites are part of what is now called new-space and this project is a good example of how industry can develop powerful and cost efficient space-based solutions,” said Mr Hedelin.

“Saab entering into this business with its technology is a significant opportunity for all involved.”

This initial project will test and develop these technologies in preparation of a future operational VDES satellite constellation with global coverage.

The VDES project will begin in October 2020, followed by the launch of the demonstration satellite in the middle of 2022. After this, commissioning, testing and demonstration will continue until Q1 2023.

デンマークのIALA委員からVDES ALLIANCEの結成計画発表 (2020年9月29日のIALA会合にて)

- ・極域利用から開始
- ・船舶エンジンモニタ等の新たな利用等を検討
- ・2021年からパイロットプロジェクト開始

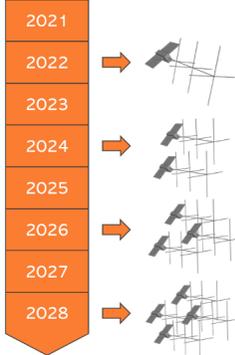


sternula
Connecting the Oceans

Ramping up... And calling for your involvement...

- Initial focus on Arctic use cases
 - but support of any non-realtime use case on a global scale!
- Ramp-up to meet market development
 - can be accelerated
- Get involved with your service?
 - pilot projects starting from 2021...

Contact: Lars Moltsen (lars@sternula.com)



2021	→		G0 1 satellite	Arctic: Every few hours Global: Daily visit
2022	→		G1 +4 satellites	Arctic: Hourly visit Global: 5-7 daily visits
2023				
2024	→		G2 +16 satellites	Global: Every 15 minutes
2025				
2026	→		G3 +40 satellites	Global: Realtime coverage
2027				
2028	→			

10

2028年までに
60基体制の計画

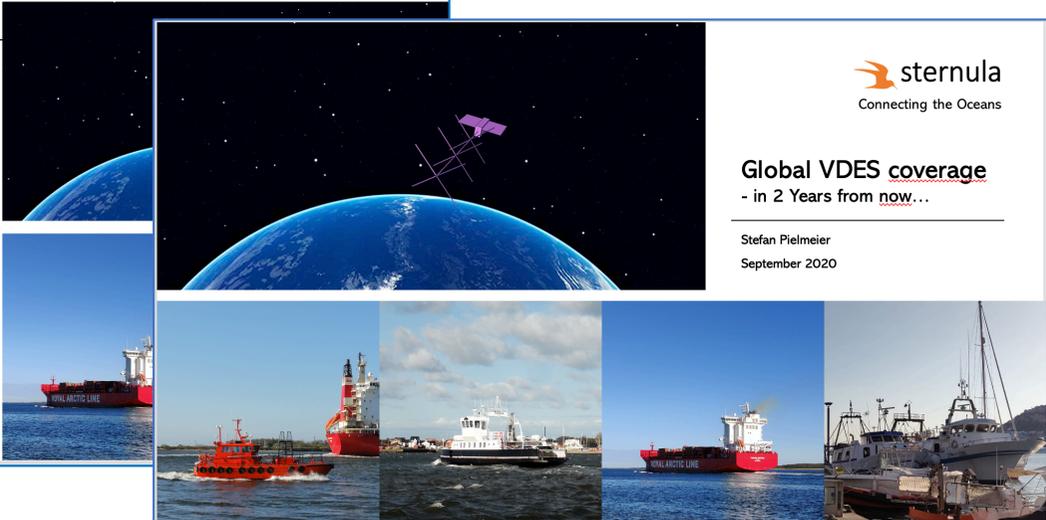


sternula
Connecting the Oceans

Who is Sternula?

- A pioneer in VDES technology
- World's first commercial provider of global VDES coverage as a service
- Solution provider for maritime services integrated with MCP/MMS concept







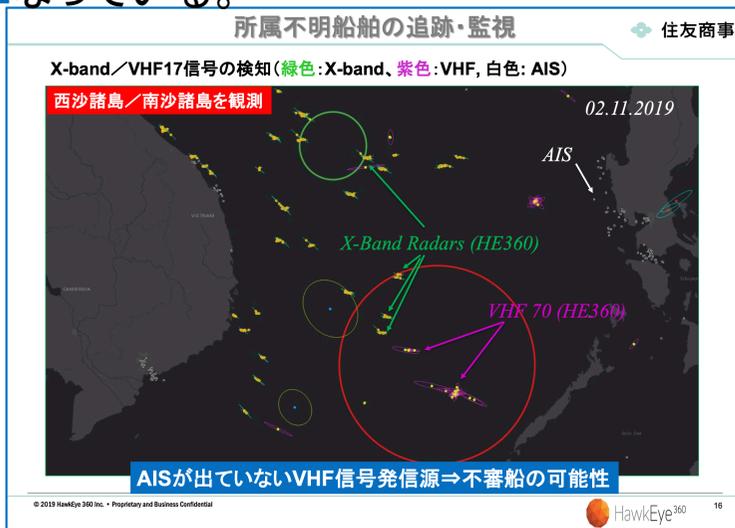
sternula
Connecting the Oceans

Global VDES coverage
- in 2 Years from now...

Stefan Pielmeier
September 2020

SIGINT衛星の動向

船舶はAIS信号以外にレーダ、衛星通信電波を発信しており、AISオフの船舶も位置計測が可能になっている。



●米国HawkEye360社は、2018年12月に電波監視衛星PathFinder3基(1クラスタ)を打上げ、商用データ提供サービスを開始した。本年+1クラスタ打上げを予定。(住友商事は同社株主で、国内代理店)

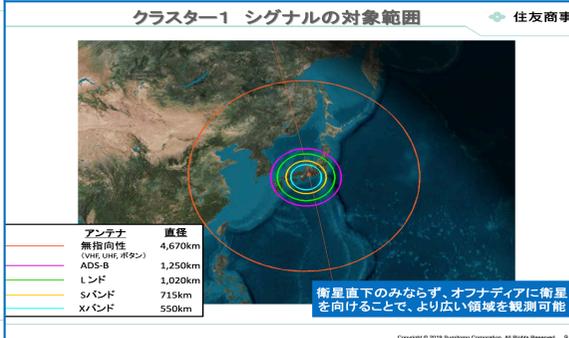
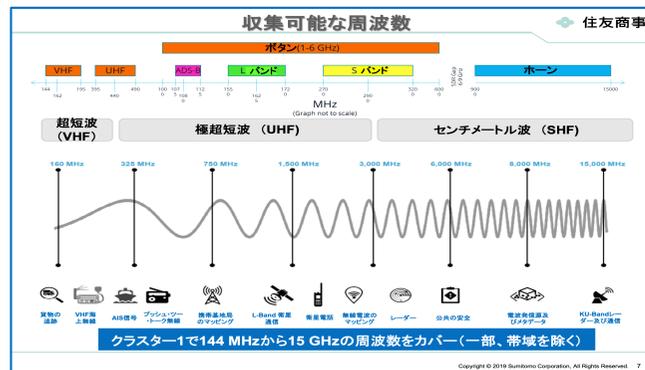
●米国HawkEye360社は、2020年末に、第2クラスタ(3基)を打上げ、観測間隔を45~90分に短縮の予定。

●ノルウェーは、Norsat-3を本年打上げ予定。

●KleosSpace社(ルクセンブルグ)は4衛星を計画。



出典: HawkEye360社HP及び住友商事資料「電波観測衛星の優位性とその活用について」より引用



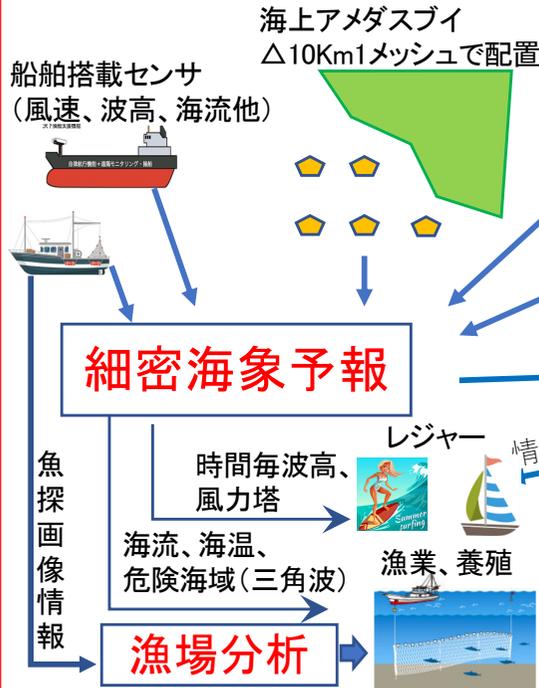
3. 衛星VDESの国内導入に向けた 環境整備(課題)の検討

海洋宇宙連携で拡大する海洋利用社会(2040年頃予想)

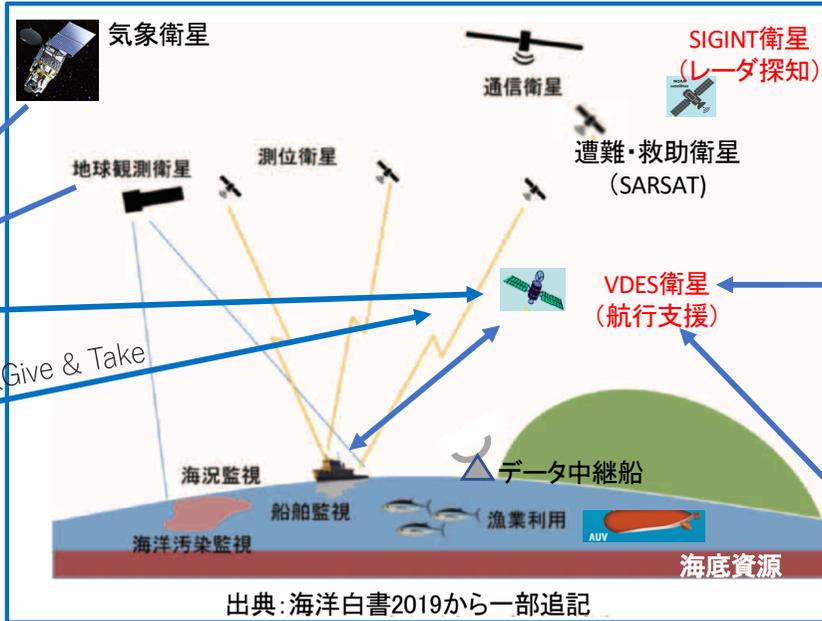
衛星VDESは海洋デジタル社会の必須インフラ

バックチャスト手法

海洋可視化(デジタル化)

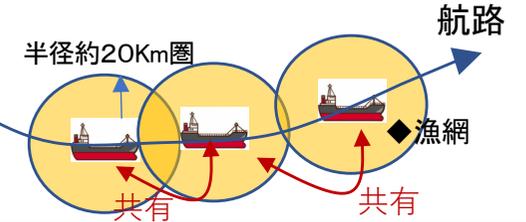


海洋デジタル化により 安全・安心・高付加価値化が実現



海洋状況拡張認識機能の実現

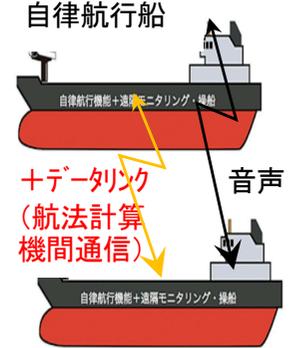
- 自船情報を発信した結果を、他船・海岸局が認識した事を確認。
- 各船舶が取得したAIS情報、レーダー画像等を、他船と共有しながら運航可能に。
- 遠方で発見された漁網位置データも拡張認識可能に



デュアルユースMDA
向けデータ交換

「協調航法」により運航が安全に

- 先行船の情報を共有 (漁網、波高等)
- 近傍の大小船舶と航路情報の共有相互理解
- 双方向通信で確実な通信を確保
- 船上計算機同士をデータリンクで結び協調航法が可能。
- 配船計画の効率化



雇用拡大・人材育成

- 海洋への関心大
- 就業希望者増加



海洋新産業の創出

- **スマート漁業**
海流、水温、気候他の情報を元に、魚の居る場所・時間を推測。
第6時産業化により、年収2,000万へ
- **スマート養殖**
5G回線を利用した食餌、種付け管理をロボット化
- **海底資源(レアメタル等)の採掘**
AUVによる無人化により低コスト化
- **洋上水素製造**
洋上風力発電を利用して、2050年、船舶Co2半減に対応

巡回シャトル船 (令和の北前船)



船舶ウーバー (空船有効利用システム)

自動接岸
岸壁

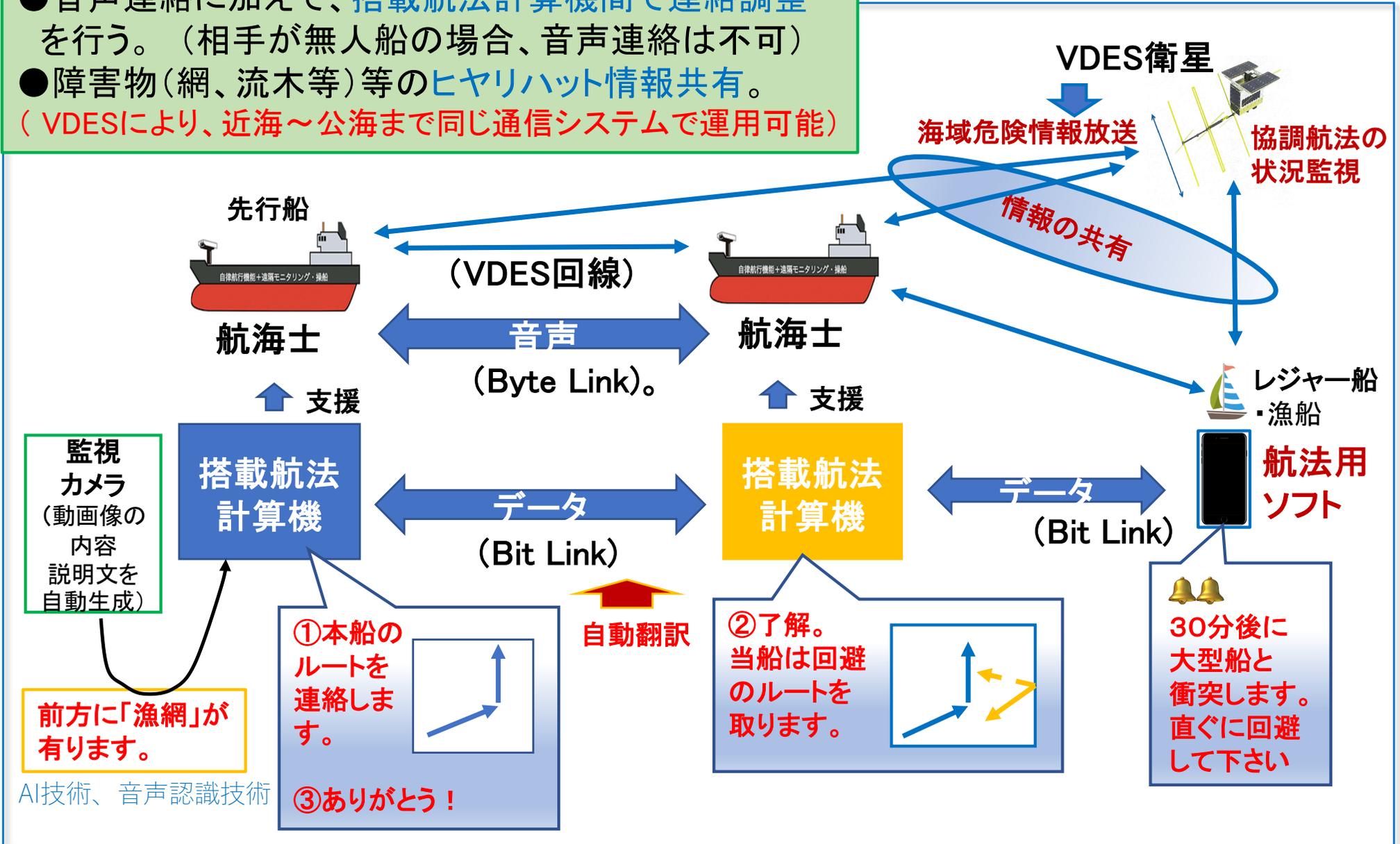
IT活用

港湾スマートチェイン

「協調航法」の概念説明 (OPRIアイデア)

「協調航法」とは:

- 音声連絡に加えて、搭載航法計算機間で連絡調整を行う。(相手が無人船の場合、音声連絡は不可)
- 障害物(網、流木等)等のヒヤリハット情報共有。(VDESにより、近海~公海まで同じ通信システムで運用可能)



協調航法で利用可能なAI技術(例)

動画像の内容説明文の自動生成

- ・ビデオの内容を表す文をAI技術（「リカレントニューラルネットワーク」）で生成
- ・従来手法では誤認識が多かったが、「高精度被写体物体認識」を導入し、文脈の把握を安定させることで、高精度化を実現



従来：A man is drinking.
 本法：A **girl** is doing **makeup**.



従来：A dog is playing with a dog.
 本法：A **boy** is playing with a dog.



従来：A man is riding a car.
 本法：A **woman** is riding a **boat**.



従来：A man is riding a bicycle.
 本法：A man is riding a **bike**.

登場人物の性別や、物体の正確な認識が可能になり、精度向上



- 船舶搭載の監視カメラ画像データから、自動的に対象船舶、障害物(漁網)等の認識に応用できる。
- 結果として、データが圧縮され、VDES等の中速度回線で送信しやすくなる。

音声認識技術



Siri

(DARPA発、自然言語処理を利用して質問に答えるシステム)



自動通訳機(POCKETALK)
 (70カ国以上)



- 船舶間の音声連絡(Byte Link)を、自動翻訳して母国語で通信することで、認識誤りを回避できる。
- 航法計算機から、航海士間の連絡に利用可能。
 (目・両手が自由に使えより安全に)

衛星VDES導入による危険航海警告方式の検討(より安全に)

●2040年には内航船の50%が無人船になる予測がある。また外航船でも船員ヒューマンエラーによるフォールトアボイダンス(障害要素排除)システムが求められている。

⇒衛星VDESを利用して、**第三者機関がリアルタイム遠隔監視**することで、**直接、航海士のスマホ向けに警告発信が可能**となる。(警告通報を発信してもブリッジ無人の場合に有効)
(監視技術は、国内では運用中。回避制御のバックアップ実施可否は要検討)

<現状>:海保では船舶AIS情報を受信して、海難未然防止のアラームを該当船舶に送信(ASMチャンネル)でしている。

●VDESはIALA・ITUで導入準備が終了している。衛星VDES整備(計約60基)を行う事で、船舶一地上ネットワーク構築が可能(現在はNorsat-2のみ)

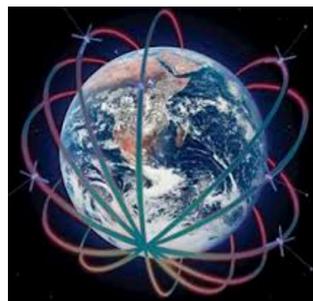


海上保安
機関
(国内)



+

衛星VDESシステム



- 世界中の船舶の動向把握
- リアルタイム双方向通信
(位置情報収集+陸から指示可能)

今後移行



監視対象船

実航路

指定航路

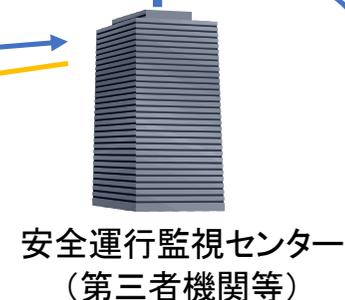


①危険通報



航海士スマホに
直接警報が届く

②回避操舵遠操(Op)



海洋宇宙連携体制の活動エリア

●地政学的優位性は軍備に優る

＞ **我国は海洋国家。** =>多くの日本人と船が世界の海で働いている

排他的経済水域(EEZ)面積は世界第8位(中国は11位以下)。貿易量の99.7%が海上輸送。保有船腹量は世界第2位

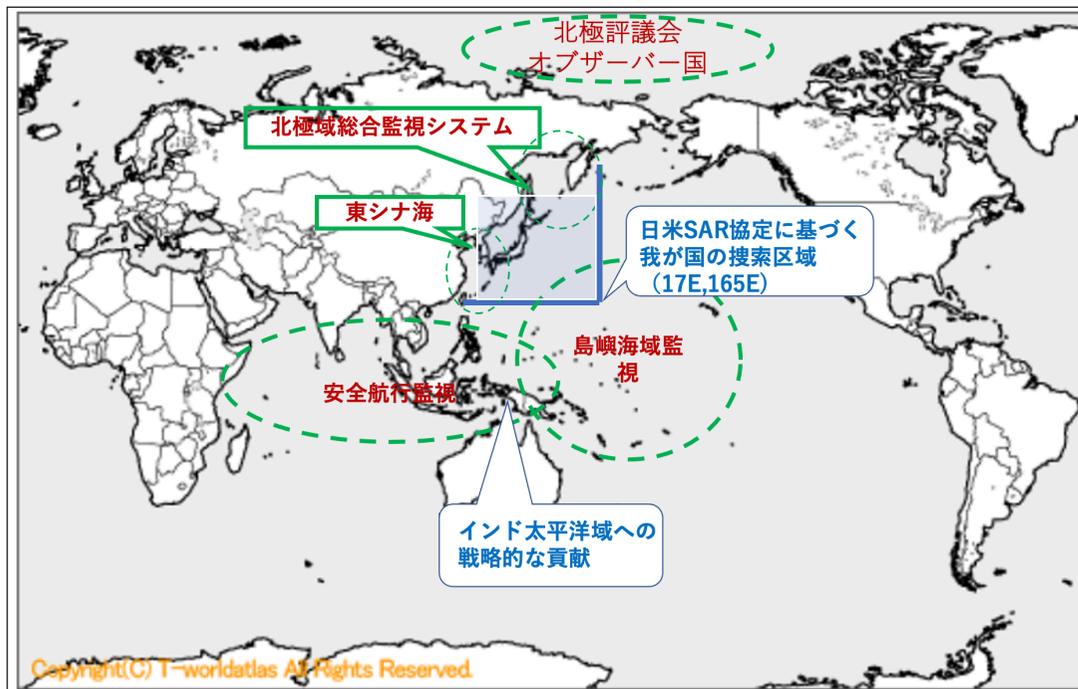
＞我国が調整国を行っている「世界航行警戒業務エリア」は、南シナ海・マラッカ海況を含む

＞「日米SAR協定に基づく我が国の搜索区域」を加えると、ほぼ

「自由に開かれたインド太平洋」への展開が可能

●OPRIがこれまで活動してきた国・団体との連携を継続発展していく(北極から南太平洋他へ)

NAVAREA XI海域



(註) NAVAREA XIとは

我国が権限と責任を有する世界航行警報業務エリア(1977年のIMO総会決定)

我国は、下図の通り、NAVAREA XIの調整国となり、約40年間運用(情報配信他)を実施しており、世界から評価を受けている。

尚、同海域は、南シナ海からインド洋へ通じる海域であり我国に取っても最重要海域である。

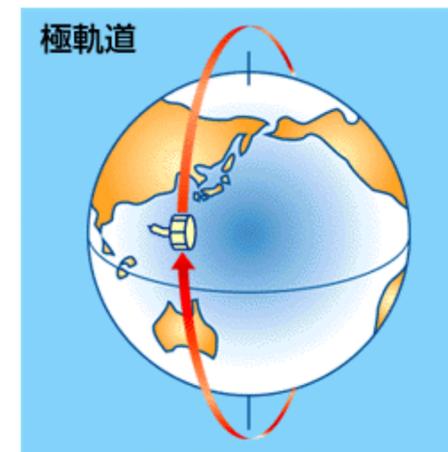
VDES衛星軌道の検討

A案: 極軌道に約60機(コンステ)運用。(全世界を対象に、同一時刻に通信可能となる)

航行支援衛星
(VDES衛星:約60機)

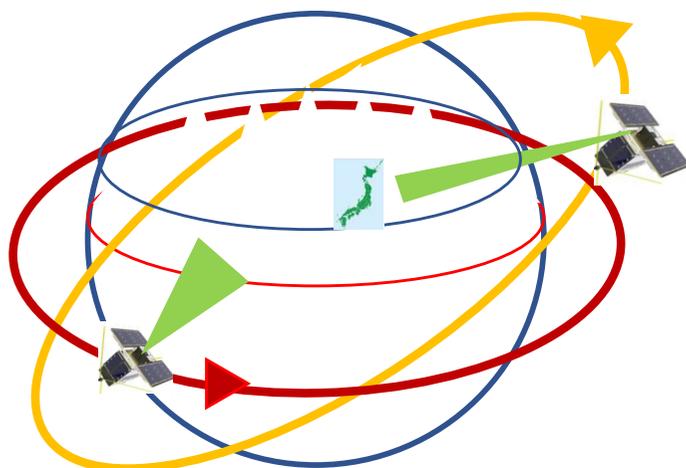


Step1:Norsat-2を利用
Step2:Norsat-2と補完する
VDES衛星を打上げる。
Step3: 60機打上げ。

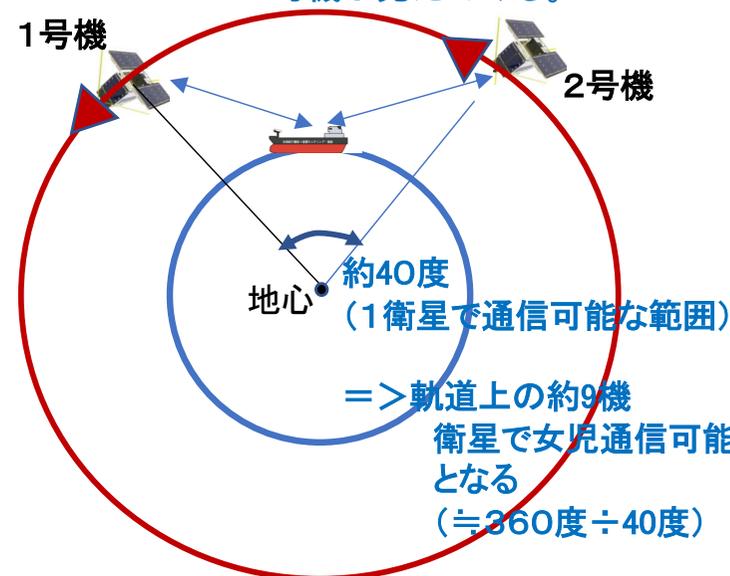


B案: 赤道直下(マラッカ海峡)を優先

(赤道上空約600Kmの軌道とする事で、マラッカ海峡を1.5時間毎に通信可能)



1号機が見えなくなる前に、
2号機が見えてくる。



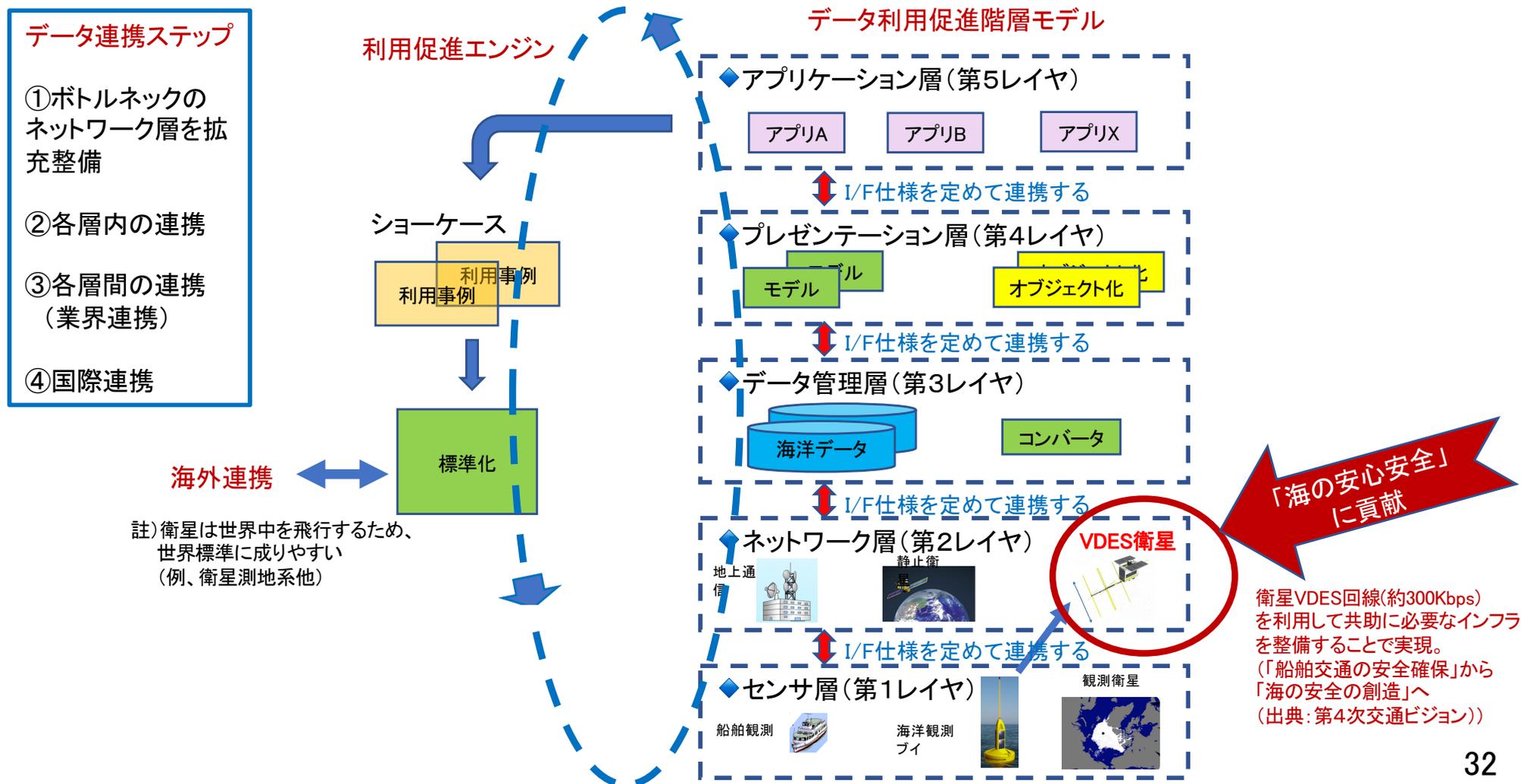
C案: 日本上空の可使時間が長くなる様な軌道

(軌道傾斜角約40度、高度600Kmのサブ同期軌道(*)にする)

(*: 毎日同時刻にほぼ同一経度を通る軌道)

データ連携促進の為の階層モデル (例)

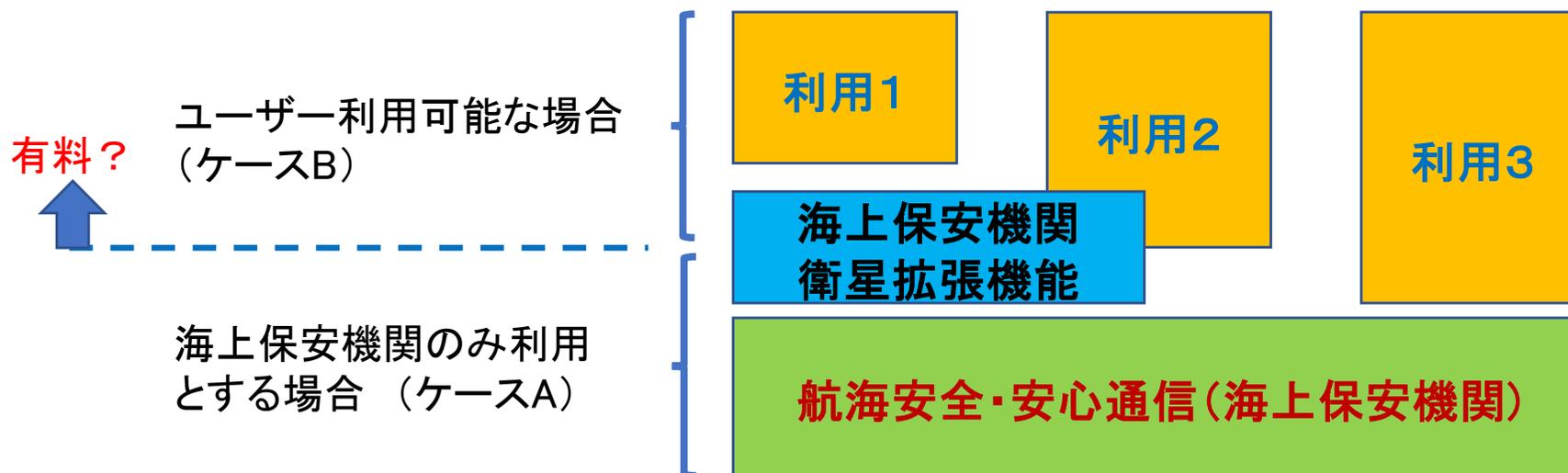
- 海洋情報創出アプリケーション整備は、下図に示す通り階層的な整備を行う。
- 海洋のデジタル・ディバイド解消を図るべく、生活用通信と並行して業務用通信(衛星VDES)の拡充整備を行うことで、データ連携・流通が加速する。
- 衛星VDESは、遠方海域での、人命に係る通信、航海・入港等の為の業務用回線の充実、確達性向上が期待され、関連アプリの整備を急ぎ行う事が重要。



事業化検討(衛星VDES利用形態(費用)について)

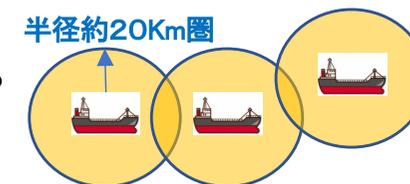
●前提事項:

- 1) 衛星VDESの利用形態(公的サービス &/or 有料サービス)の考え方は、今後、関係機関(海上保安庁、総務省他)が決定する事項である。
尚、利用形態は、下記2ケースの発生が想定される。(当面、ケースBを中心に検討)



- 2) 利用事例(ケースB)として下記等を想定(例) => **海洋インテリジェンス事業拡大へ**
自律航行船からの情報、自律航行船に必要な情報、並びに沿岸域海洋データ流通を念頭に下記を検討。

- ① 船舶取得航行IoTデータ(AIS、レーダ、風向風速、海流、波高他)の船舶間リンク運用。
- ② 衛星MDA情報配信(疑似AISとして)
- ③ 海洋観測ブイ、洋上風力設備の観測データ・取得データを伝送。
- ④ 商船会社と支配船の間の重要通信として利用。
- ⑤ その他



衛星VDESにより生じる変化

＜技術的な変化＞

- 通信の確達性の確保
双方向通信のため、自船の情報が確実に伝わった事を確認できる。
- 航海の安心安全が向上
(自律航行船、ヒューマンエラー対応)
- 海洋IoT(業務用)インフラが構築される
出入港に関する日時調整、海洋可視化向上等に寄与
- 船舶位置情報管理が高度化(抑止力)
(Sigint衛星との相乗効果で現状AIS課題解決)
- 海洋監視エリアが世界全域に広がり
リアルタイム監視が可能に
- 衛星で使用する通信周波数は、世界無線通信会議(WRC-19)で正式認可を受け、利用可能になった。



＜社会的な変化＞

- 水上船は隠れられないとの意識変化
宇宙から位置情報が取得できるため
- 「協調航法」(共助)の深化
衛星VDESにより、大型船(外航船・内航船)・小型船(漁船・レジャー船)の連携が深まる。(位置情報共有者が増加)
- VDESにより、近海～公海まで同じ通信システムで運用が可能となる。
- 海洋情報のデジタル化・民間参加が加速
- 魚の産地証明が促進される。
- 船舶位置情報の監視制御が可能になる。
- インド・太平洋地域への海洋からの貢献に寄与(可能)
- CO2排出量減に貢献(Just in Arrival)
入港日時を正確にすることで、無駄な増速による燃料増を回避可能に

衛星VDESの国内導入に向けた環境整備(課題)と対策私案

課題	対策私案(たたき台)
1. 国内向け利用ユーザー開拓 (海洋デジタル化の促進)	<ul style="list-style-type: none"> ● 公的機関での利用(海上保安業務、MDA他) ⇒ PFI化の検討 ● 海運・造船・水産・レジャーコミュニティ形成 ● 高付加価値ビジネス創出 ⇒ 海洋デジタルの促進
2. 政策・法制	<ul style="list-style-type: none"> ● 衛星VDES利用の政策的な目標の設定 ● ニーズ実現のための政策検討・整備(免許、法制他) (電気通信事業者による免許取得可能 v.s. SPC/PFI) ● 国際標準化(IALA、ITU、IMO他)を促進・国際調整 利用アプリの統制(認可)を行う機関を確認(IALA?)し対応 ● 国内の衛星VDES利用推進機関を創設(アジア地区へ)
3. 技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ● アプリ開発環境整備(エッジコンピューティング、AI処理) 実衛星可視時間15分/周回 ⇒ TestBed/開発シミュレータ整備 (⇒「衛星VDES利用研究所(仮称)」へ発展) ● 携帯/地上VDES/衛星VDES回線の統合運用技術開発 (ルータで実現?) ● 端末の小型化技術 ● 超小型衛星開発、コンステレーション運用技術開発 ● 国の研究機関で技術開発を主導
4. 事業化検討	<ul style="list-style-type: none"> ● 収益モデル検討 (ゼロ円ビジネス検討 v.s. ユーザー負担(暗号通信可能)) ● 国際運用機関の創設(衛星・アプリ共同利用・運用が目的) ● 周辺国との周波数調整(ロシア、中国、韓国他) ● 電気通信事業法・商法の専門家による法整備検討

4. まとめ

まとめ

衛星VDES概要並びに利用事例案を述べた上で、衛星VDESの国内導入に向けた環境整備（課題）と対策私案を述べた。今後、下記項目に関し、関係各位殿のご支援を頂きながら、衛星VDESの社会実装に向けて努めて行きたい。

- VDES衛星は世界中を周回している為、国内のみならず国際的な連携を取ることが有効である。一方、自らVDES衛星を利用し、現場課題解決に資する事を並行して実施すべく国内利用開拓・課題整理が重要である。
- 衛星VDESにより、世界中の船舶間／船陸間をリアルタイムで双方向・デジタル通信接続（海洋クラウド網構築）が可能となる。（無人船統制のバックアップ回線にも最適）
（海上人命安全の更なる向上と船舶運用のデジタル化促進。尚、約60機のマイクロ衛星群の整備が必要）
- 水産関係では、安心安全確保が後継者確保の必須アイテムであると同時に、衛星VDES利用により産地証明の厳密化が強化されることによる、水産物付加価値アップ（売上増）に向けた検討も重要である。
- 海洋国家の地政学的優位性を生かし、海洋状況把握（MDA）分野で、優位性を確保できる。（デュアルユースMDA促進により、人間の安全保障確保に貢献）
- 衛星VDESの国際運用機関創設に関与することで、「海洋・宇宙・サイバー」の分野で、我国のプレゼンスを確保し、海洋からのインド・太平洋地区発展に貢献出来る絶好の機会となる。（世界益、即、国益）

＜OPRIミッション＞
衛星VDES運用国際機関の立上げを通じて世界・国益確保を図る。
（我国プレゼンス確保）

→ インド・太平洋地区への海洋からの貢献へ

