

「衛星 VDES を利用した海洋デジタル社会の創出 に関する検討」

令和2年12月3日

渡辺忠一¹、吉田公一²、若林伸和³

¹公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所(特別研究員)

²一般財団法人 日本舶用品検定協会

³国立大学法人神戸大学大学院海事科学研究科(教授)

目次

はじめに

1. 衛星VDESとは

- 現行AIS(Automatic Identification System)の利用現状と課題
- VDES(VHF Data Exchange System; 次期AIS)概要
- 衛星VDESに関する国内外動向
- 衛星VDESにより生じる変化

2. 衛星 VDES を利用した海洋デジタル社会

- 海洋宇宙連携で拡大する海洋利用社会(2040年頃予想)
- 具体的な衛星VDES利用事例(案)
 - ・協調航法(OPRIアイデア)
 - ・デジタルシップのリモート監視への適用
 - ・衛星VDES導入による危険航海警告方式の検討(座礁事故再発防止策)
 - ・バーチャルAISによる航路監視・海域保護
 - ・漁船(小型船舶)利用案
 - ・VDESを民間ユーザーが利用可能な場合の利用例

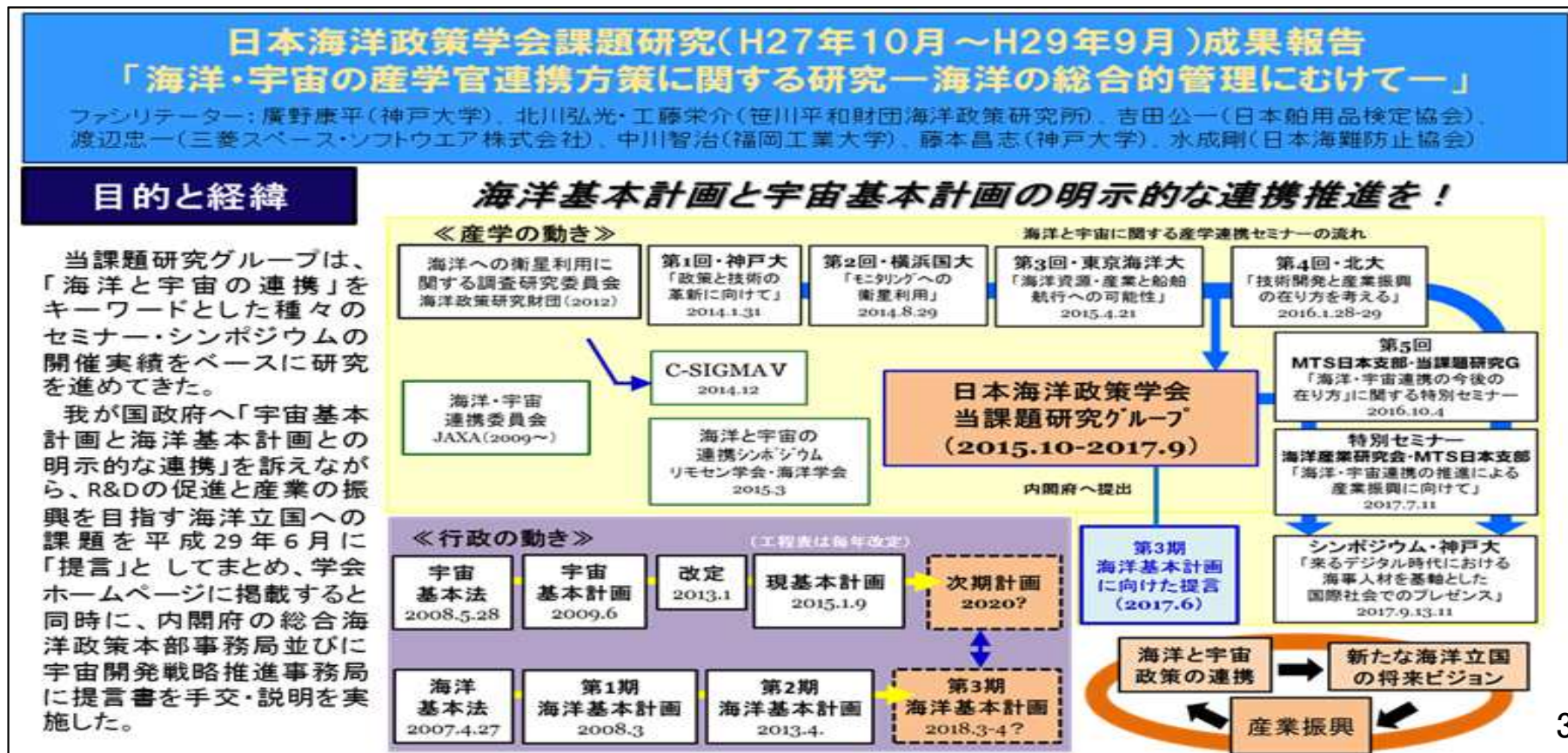
3. 海洋デジタル社会創出に向けた課題と解決策(案)

- 課題抽出
- 我国の戦略検討

4. まとめ(提言)

海洋宇宙連携に関するこれまでの取り組み

- 2012～2013年に「海洋への衛星利用に関する調査研究委員会」を主催し提言書を発出。
- 2014年12月に、C-SIGMA V(*)を東京で主催。
(*: Collaboration in Space for International Global Maritime Awareness.
Guy-Tomasが会長で、衛星AIS等による海洋情報共有を促進)
- 海洋政策学会の「海洋と宇宙の産学官連携方策に関する研究G」(2015～17年)で活動継続。
- 2018年1月に、「北極の未来に関する研究会」(日本財団、政策研究大学院大学と共同)より、第三期海洋基本計画の策定を進めている政府に、政策提言を実施。
- 2018年6月の日本海洋政策学会にて、「海洋と宇宙の連携事業化に取り組むこと」を発表。



海洋宇宙連携に関する2019・2020年度の取組み

海洋デジタル検討（衛星VDES）は、海洋人材（海洋ベンチャ）育成から始まった。

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)

●第一回: 2018年11月に合宿形式で開催。AI(人工知能)と衛星VDESの2点の最新動向を踏まえて、海洋ベンチャ育成に関し議論を実施。

●第二回: 2019年7月にグループディスカッション形式で実施。

「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)

2019年世界無線通信会議(WRC-19)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)。

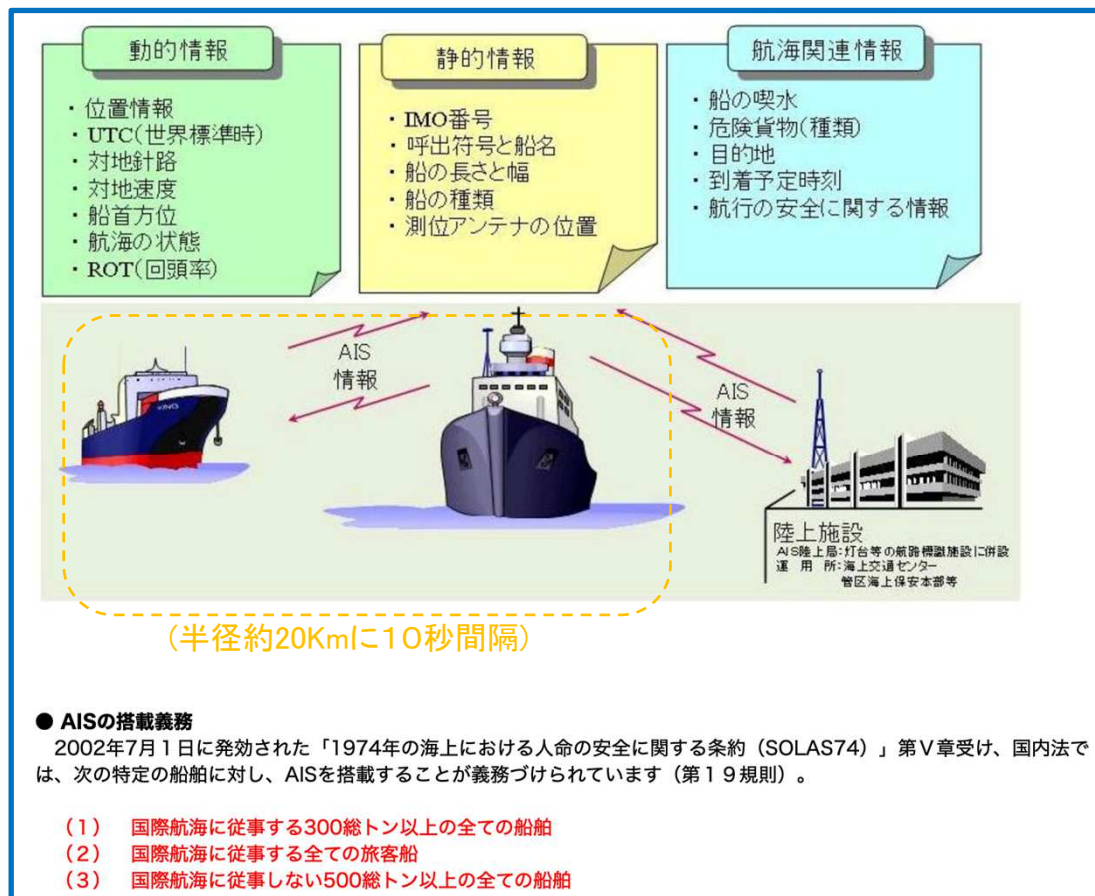
「衛星 VDES 委員会活動」(2020年9月～、委員長: 今津東京海洋大名誉教授、OPRI主催)

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。

1. 衛星VDESとは

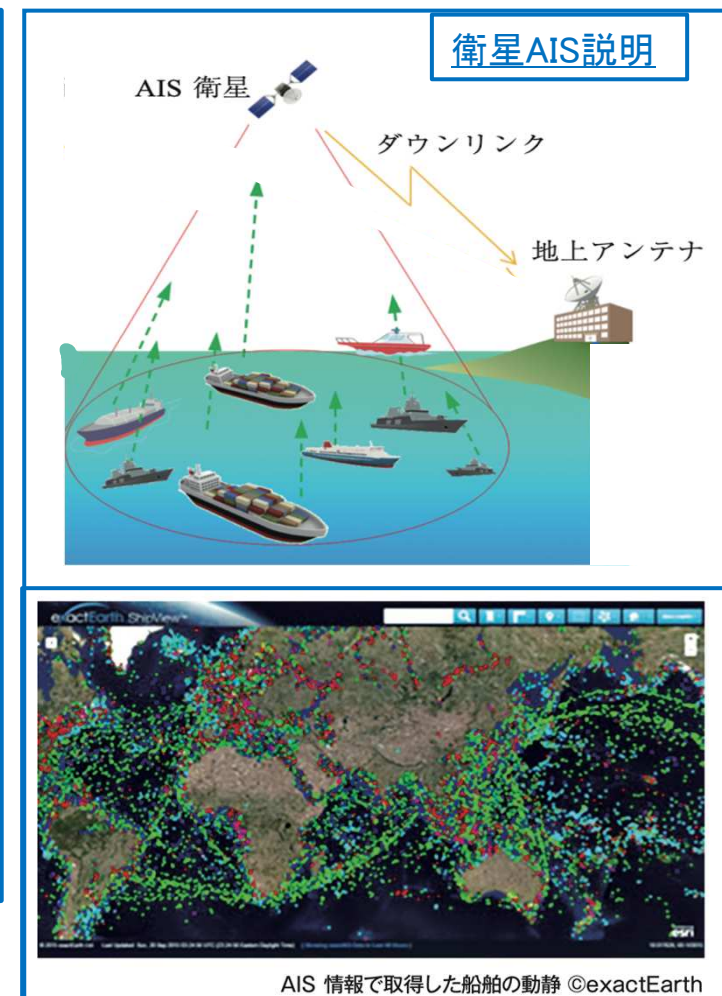
AIS(船舶自動識別装置)の概要

- 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))



(出典:海上保安庁 HPより転載;

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



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)



中国では漁網回収用ブイ
としても利用(違法)

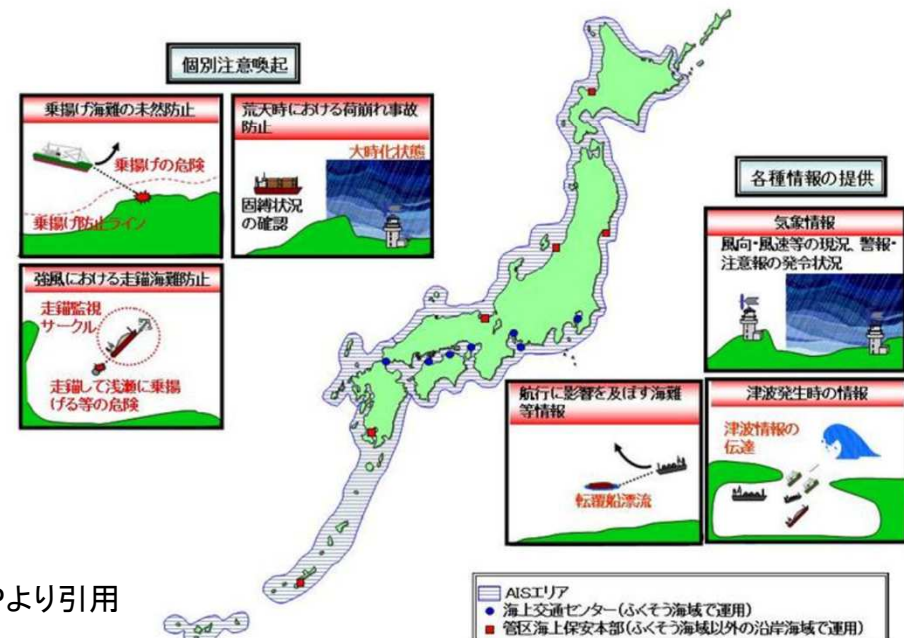


写真は各メーカーHPより引用

海上保安業務に利用(陸上)



- 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



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概要

●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(VDE)

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。

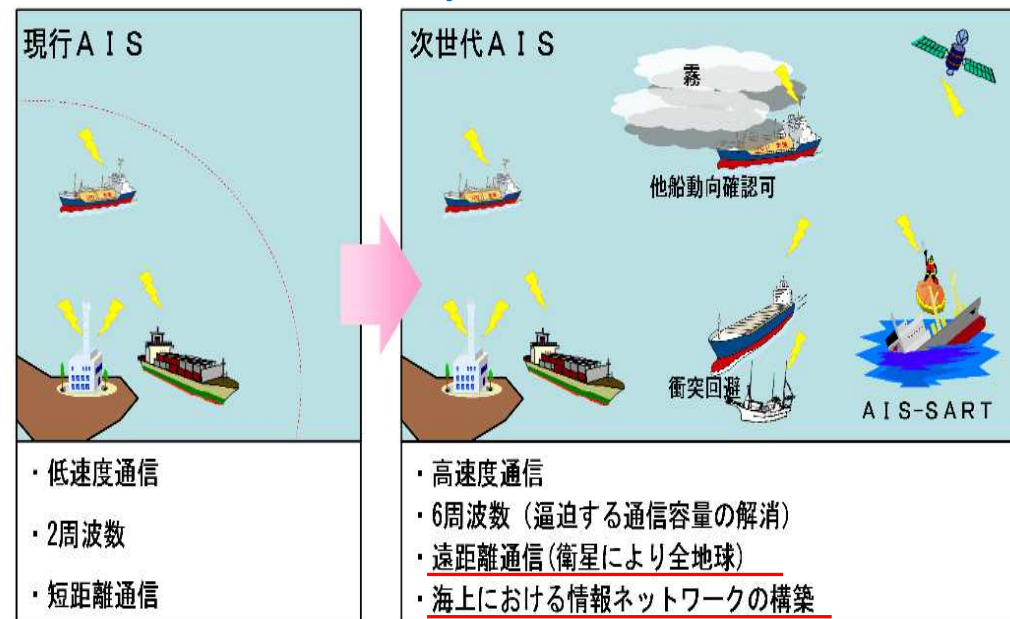
●AISは不特定多数に向けて情報発信するシステムであるが、ASMは、特定の船舶間でメッセージ送信が可能となるため、利用が増加している。一例として、投錨中の船舶が流されている時に、海保からアラームを発出する等の利用もある。

●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に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。

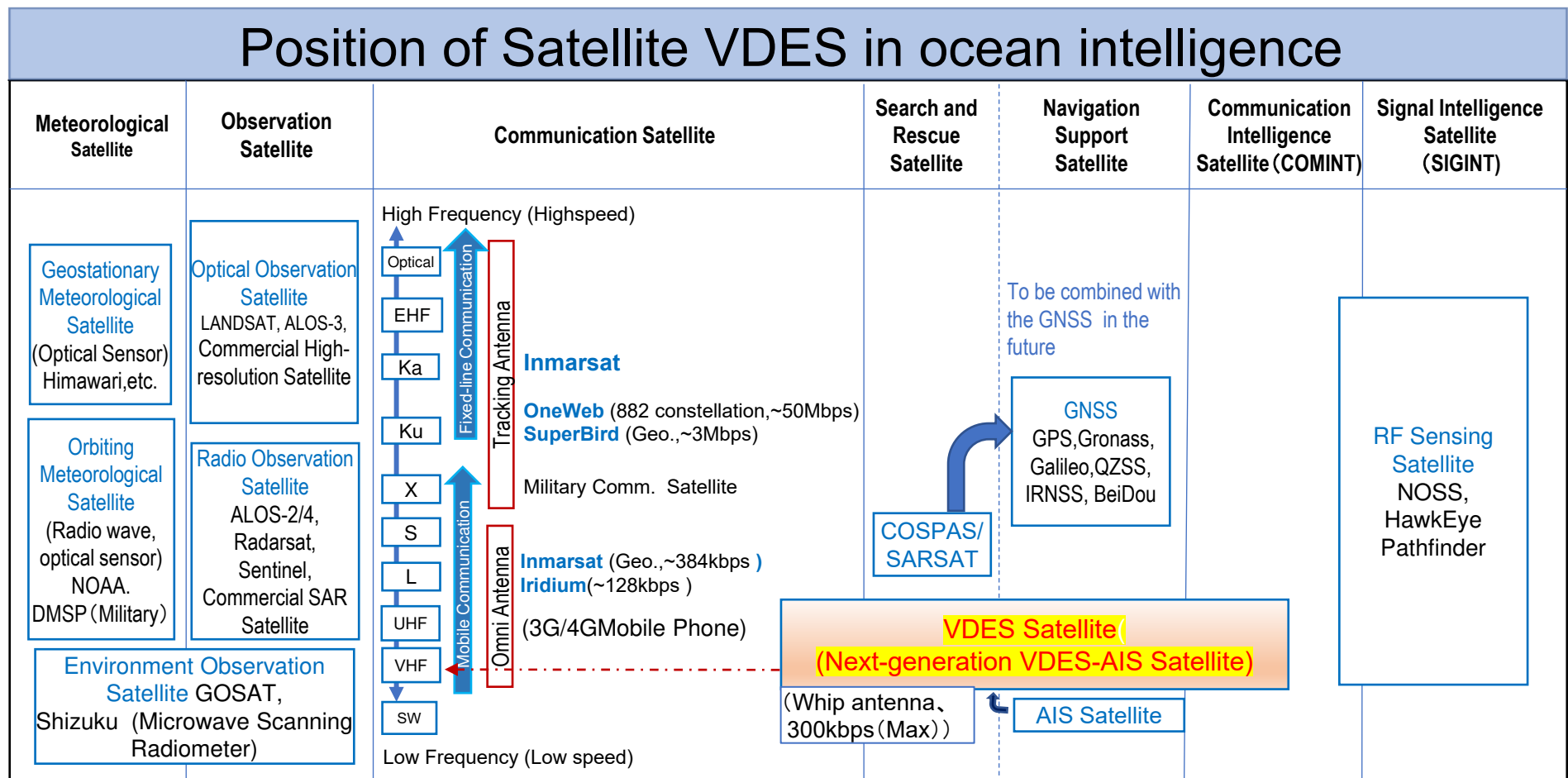
次世代AIS (VDES)国際標準化のイメージ



(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。



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 (尚、ITU決議非同意国もあり衛星打上時に調整を行う) (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>

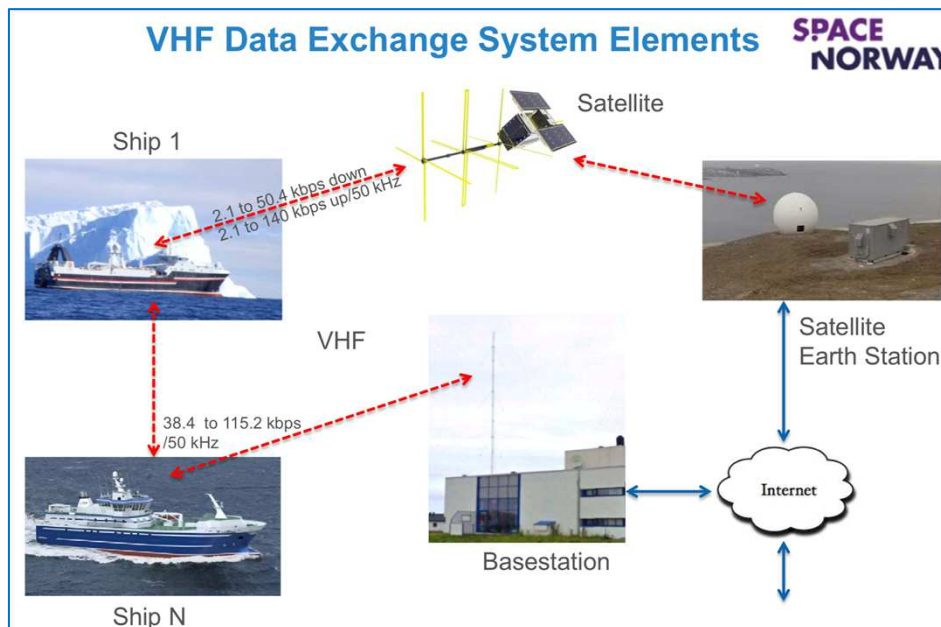
●ノルウェーは、2017年7月にNORSAT-2(VDES衛星)を打上げ、北極海で実験運用中(下図参照)

- ◆用途: ①北極海の海水データ送信等、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、雨等の気象による通信障害がほとんど無く、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。

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.

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

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に関する国内外動向

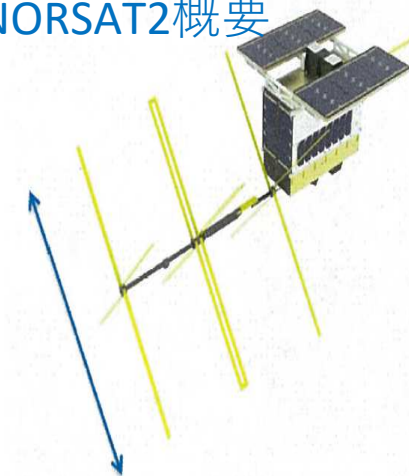
- 我が国は、長年、e-Navigationを提唱しており、IALA（国際航路標識協会、我国（海保）が技術委員会議長）にて、標準化検討等が実施されてきた。
- ノルウェーは、ESA（欧州宇宙機関）通信部会に、VDES衛星を提案し、ESAからの受託を受け開発。
ノルウェーは、2017年7月にVDES衛星（NORSAT-2）を打上げ、北極海で実証実験を実施・運用中（NORSAT-1はAIS衛星、-3は電波探知衛星）
- ESAのイギリス・ドイツ・イタリア・スペイン・スウェーデン・デンマーク&カナダ（NORSAT衛星BUS開発）が熱心に活動中。
アジア地区では日本以外に豪州・中国・シンガポール・韓国が熱心。
- これらの活動を元に、2019年11月の世界無線通信会議（WRC-19）にて衛星を含むVDES周波数割当てが決定した。
- 日本、ノルウェー、シンガポールが共同で、VDESのAIS同等としての利用を可能にするためのSOLAS条約改正の作業を開始する提案をIMOに提出（改正後は、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、今秋より、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げ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)
 - ＞2019年世界無線通信会議(WRC-19)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(2020年9月29日のIALA ENAV26でもプレゼン実施)

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。



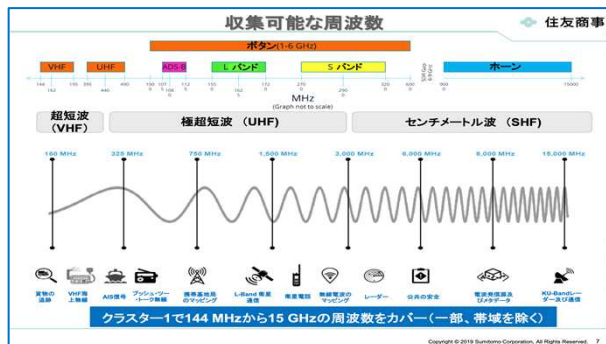
クラスター1 パスファインダー衛星 仕様

住友商事



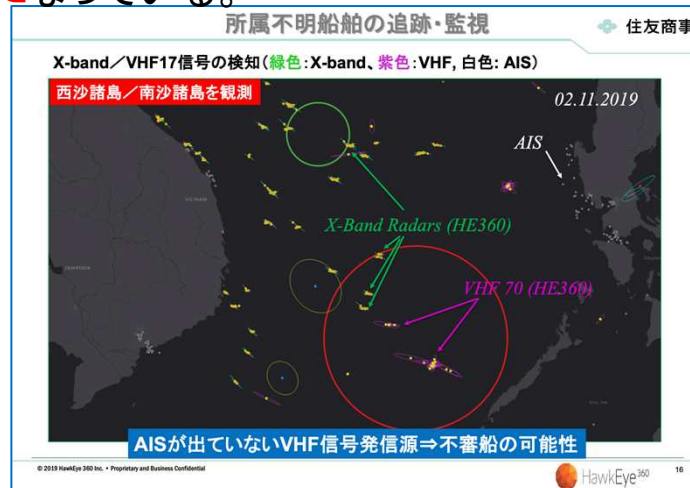
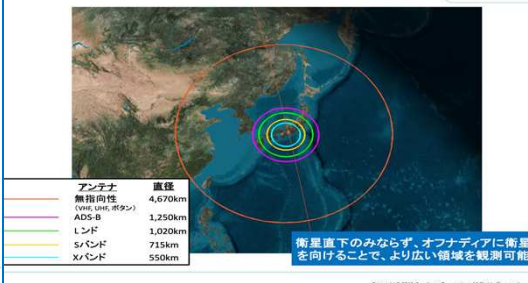
クラスター2以降は、さらに電力量増等、改良予定

Copyright © 2019 Sumitomo Corporation. All Rights Reserved. 6



クラスター1 シグナルの対象範囲

住友商事



AISが出ていないVHF信号発信源⇒不審船の可能性

HawkEye360



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

- 米国HawkEye360社は、2018年12月に電波監視衛星PathFinder3基(1クラスター)を打上げ、商用データ提供サービスを開始した。本年+1クラスター打上げを予定。(商社が同社に出資し、国内データ販売中)
- 米国HawkEye360社は、2020年末に、第2クラスター(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(VHF帯SIGINT)を本年打上。
- KleosSpace社(ルクセンブルグ)は4衛星を計画。

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

2. 衛星 VDES を利用した海洋デジタル社会

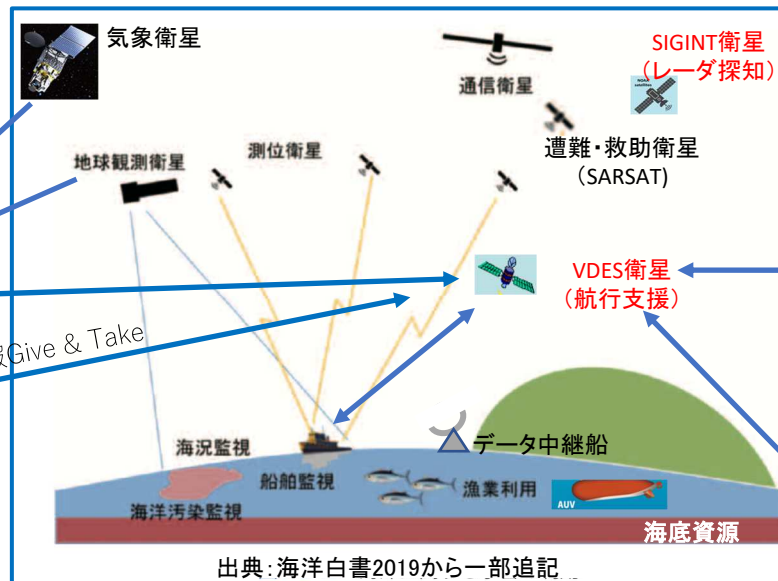
バックチャスト手法

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

海洋可視化(デジタル化)

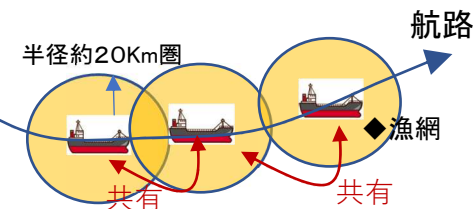


海洋デジタル化により 安全・安心・高付加価値化が実現



海洋状況拡張認識機能の実現

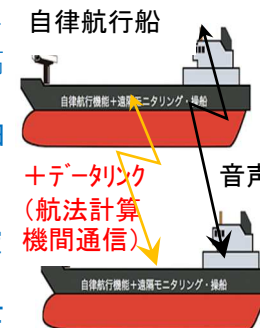
- 自船情報を発信した結果を、他船・海岸局が認識した事を確認。
- 各船舶が取得したAIS情報、レーダー画像等を、他船と共有しながら運航可能に。
- 遠方で発見された漁網位置データも拡張認識可能に



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

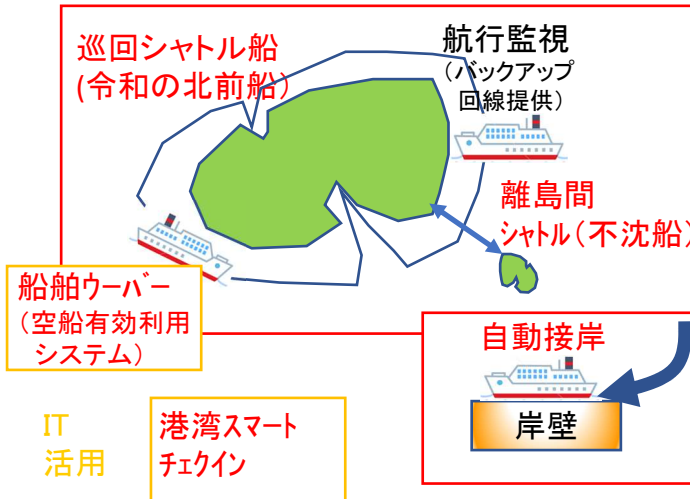
- 先行船の情報を共有(漁網、波高等)
- 近傍の大小船舶と航路情報の共有相互理解
- 双方向通信で確実な通信を確保
- 船上計算機同士をデータリンクで結び協調航法が可能。
- 配船計画の効率化



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)



雇用拡大・人材育成

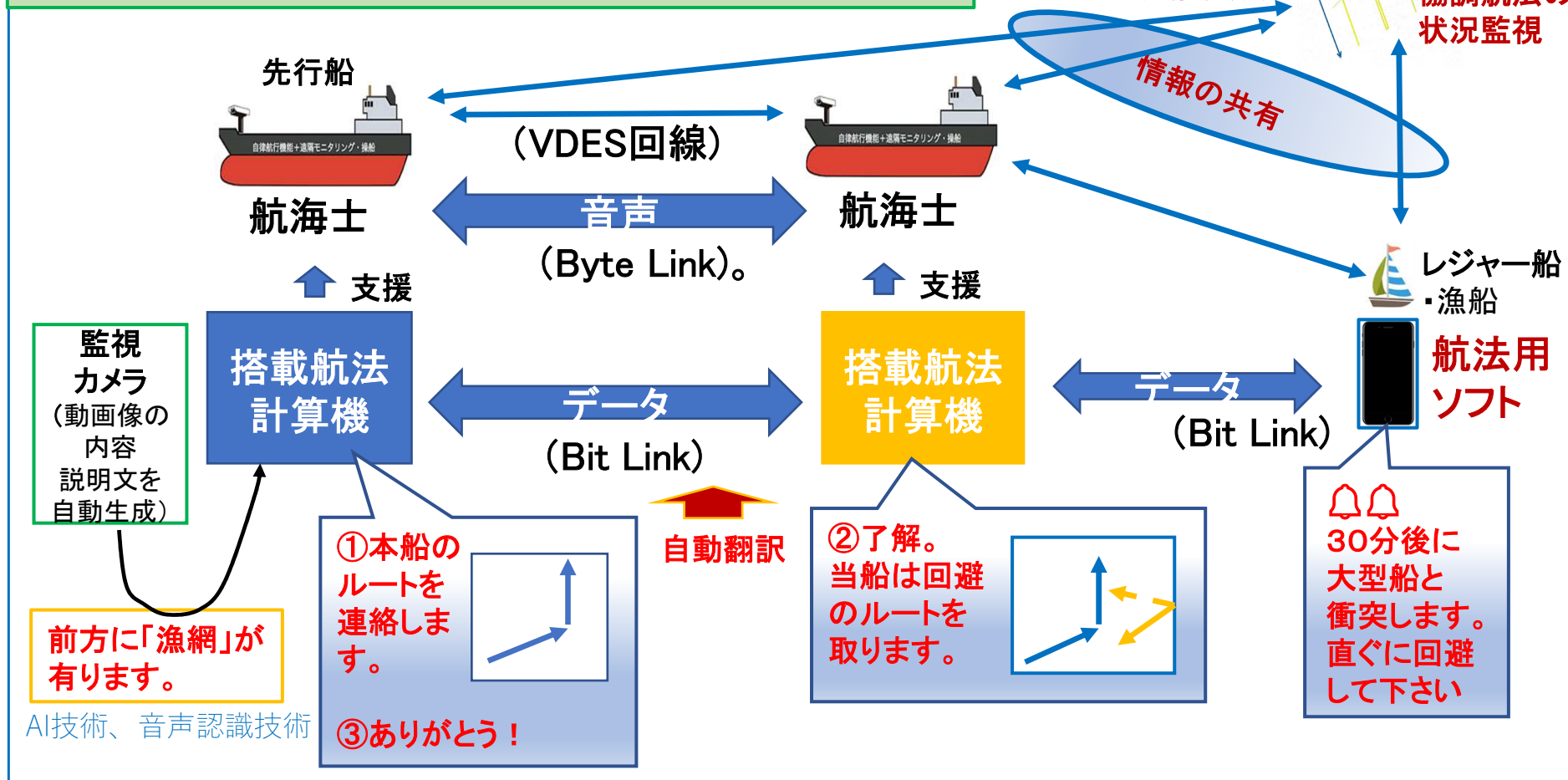
- 海洋への関心大
- 就業希望者増加



「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



- 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。

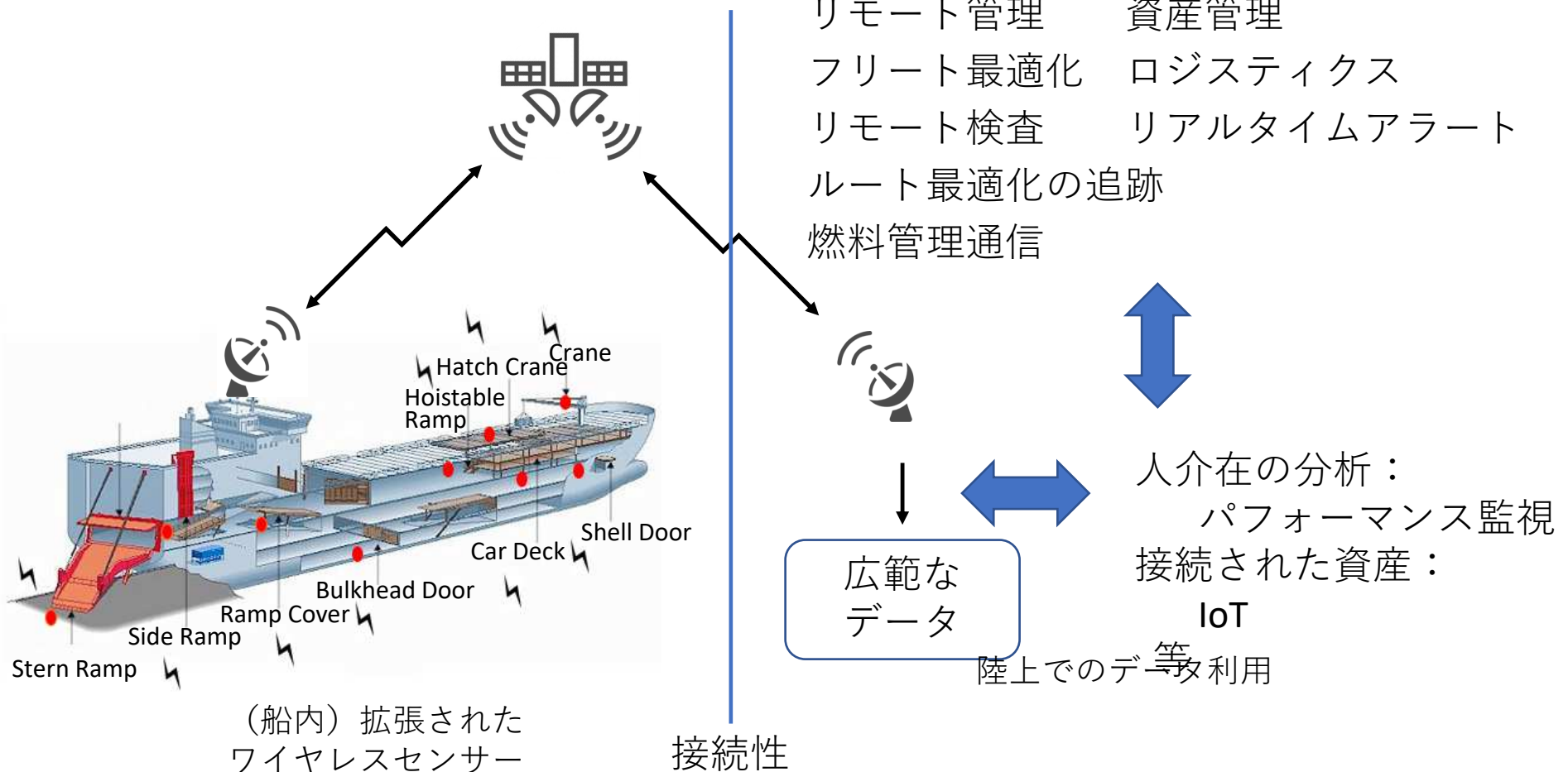
音声認識技術



- 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・両手が自由に使えるより安全に)

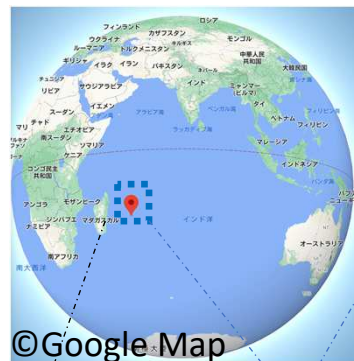
デジタルシップのリモート監視への適用

(参考) デジタルシップ : LRが提唱

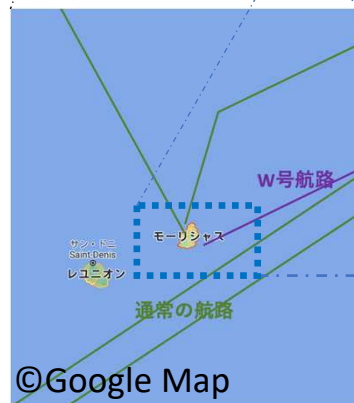


衛星AISによる航路解析(WAKASHIOの例)

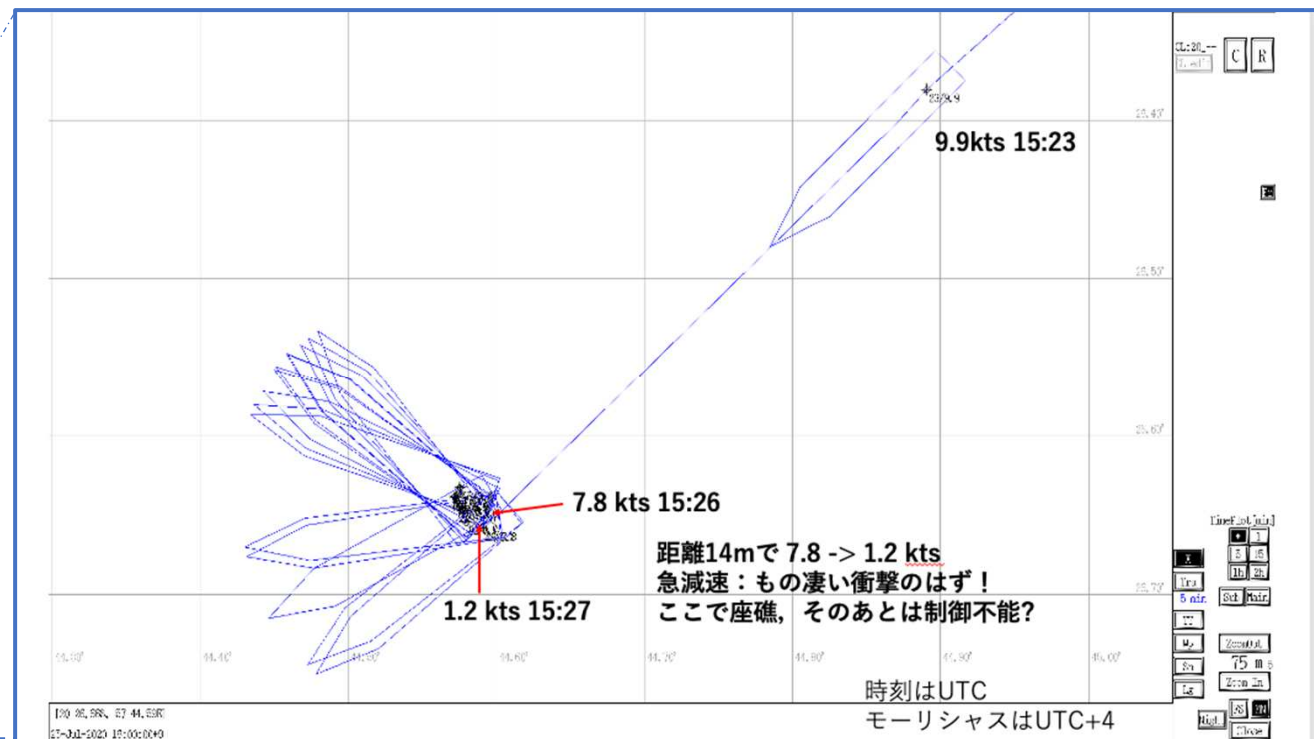
- 事故前後の航路データを取得(1分間隔)/解析が可能。
- WAKASHIOの例: (下図参照)
AISデータより、船速が急減速となり、船首方向が不安定になったことが判る。



©Google Map



©Google Map



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)

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3者機関がリアルタイム遠隔監視することで、**直接、航海士のスマホに警告発信が可能(*)**となる。(音声で警告通報を発信してもブリッジが無人の場合に有効)
(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)

(*)現在開発中のBAM(Bridge Alarm Management)の機能に、**航海士向けエージェント機能を追加し、重要アラームの場合、船内どこにいても、航海士に情報が届く仕組みで可能に。**

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

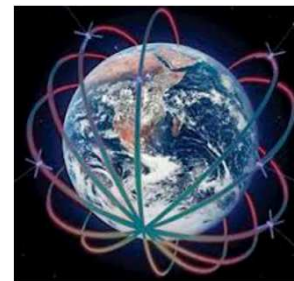
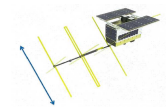


海上保安
機関
(国内)



+

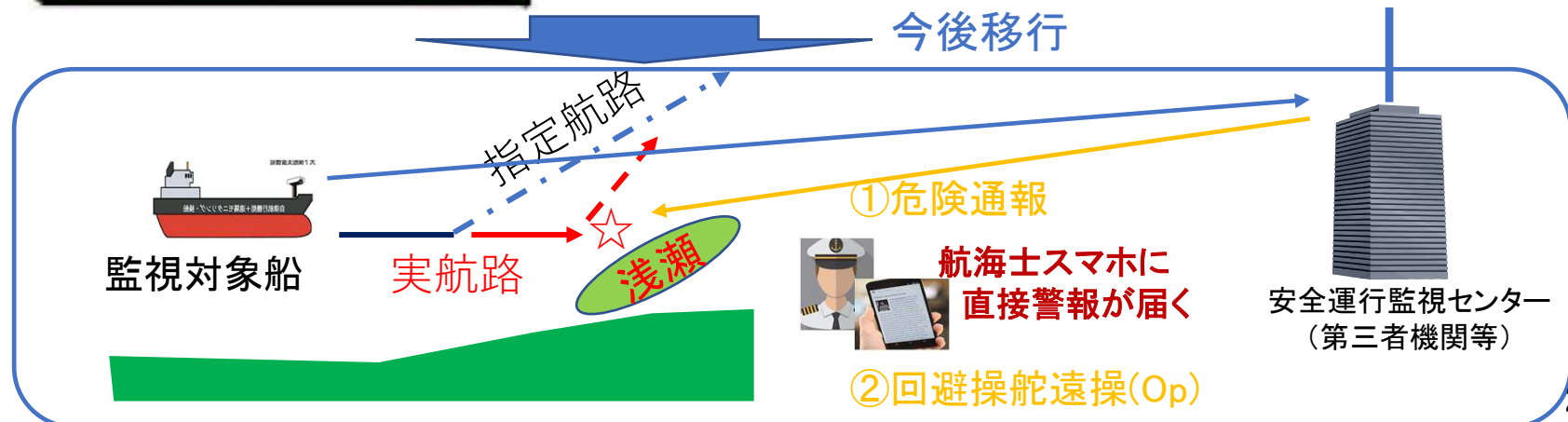
衛星VDESシステム



- 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)
(約60基のVDES衛星を整備する事で、常時接続が可能。)

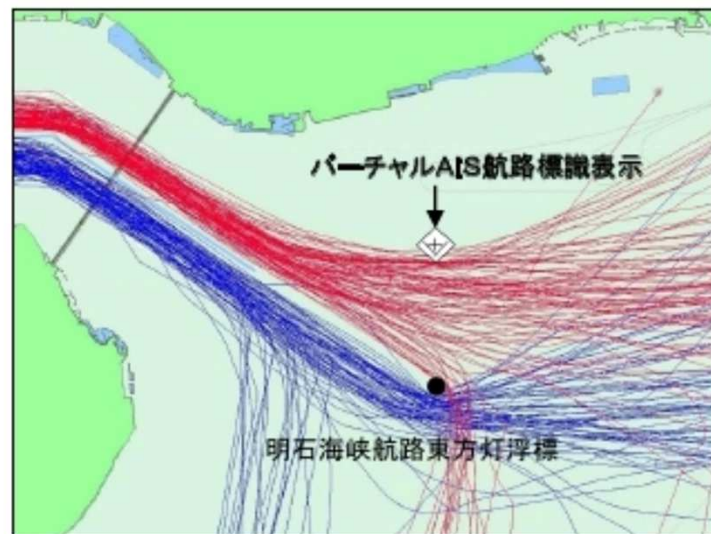
今後移行



バーチャルAISによる航路監視・海域保護

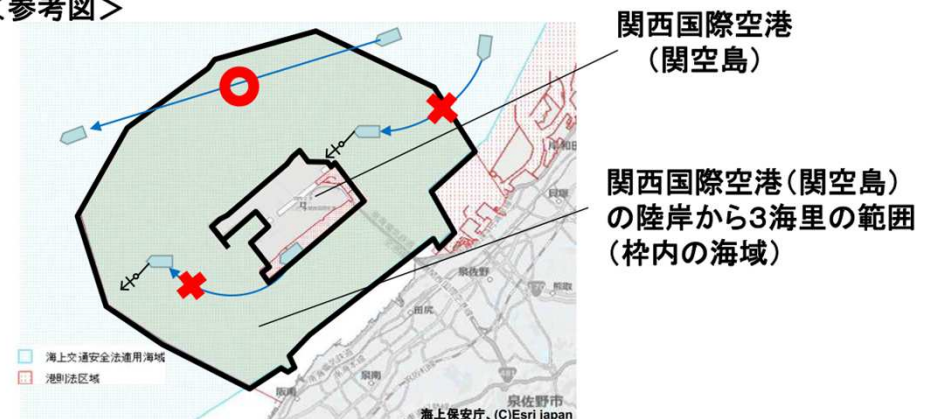
●バーチャルAISとは、実物ブイを設置する代わりに、海岸地球局よりバーチャルブイ位置情報をAIS信号を利用し発信することで、船舶搭載のAIS受信機表示盤上にブイマークを表示するシステム。（海保で現在運用中）

○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。

漁船(小型船舶)利用案

③「船舶」と「陸上」の通信

- 登録者から文字での通信ができる。
- 例 沖合の家族との連絡
- 例 保安部からクルーザーへ
- 「突風に注意してください」「了解」
- 例 漁協から漁船に“操業情報”
- 「もう少し東で獲れているよ」「了解」



問題点：「受信機の価格！」
 “AIS classB”よりも安価で
 プレジャーボートへの機器は耐水性が必要か？



大きな設備は、
 小型船には無理

実際：利用や普及が広がる
 ための 付加価値を考慮す
 ることが重要

水温情報等で割引
 各組織（漁協）等で貸出
 法的手段：設備規定？



目標：大型船の航行する
 海域において、すべての
 小型船舶・一般船舶が利用
 できる状態が理想



元気だよ。良い子
 で待ってて！

父ちゃん
 元気！



スマホのアプリ
 で簡単交信！
 Bluetoothで船内と漁協
 内の機器とつながる？

ビジネスモデルの検討

● 公的利用のPFI調達（推進）

- ＞IMO並びに国内規則等を受けた、広域・補完通信サービスの提供
- ＞航行警報情報発信、航行安全に必要な海洋可視化データ収集等

● 民間利用（有料可能な場合）

- ＞GPS補正情報配信、海洋情報提供、ニュース配信
- ＞船舶一陸上間の業務連絡利用（海運情報交換、VDE回線暗号可能）
- ＞位置情報提供サービス（デュアルユースMDAの一例）
 - VDES通信範囲の履歴・監視カメラデータを分析することで、海域を求める。
 - AISデータ、SIGINT衛星データからの位置情報とデータフュージョンを行う。
 - ＝＞水産品の位置証明にも利用可能に
 - （他国船の動静情報も提供可能）
- ＞コミュニティ内の情報共有（共有ツール「絆（仮称）」を提供）
- ＞その他、海洋業務IoT用回線の提供（レジャー船利用を含む）

● 利用料無料化の検討

- ＞ポイント制導入
 - （情報提供でポイントが貯まる。ポイントを利用して、他者のデータが利用できる等）
- ＞広告収入等、インターネットビジネスを展開

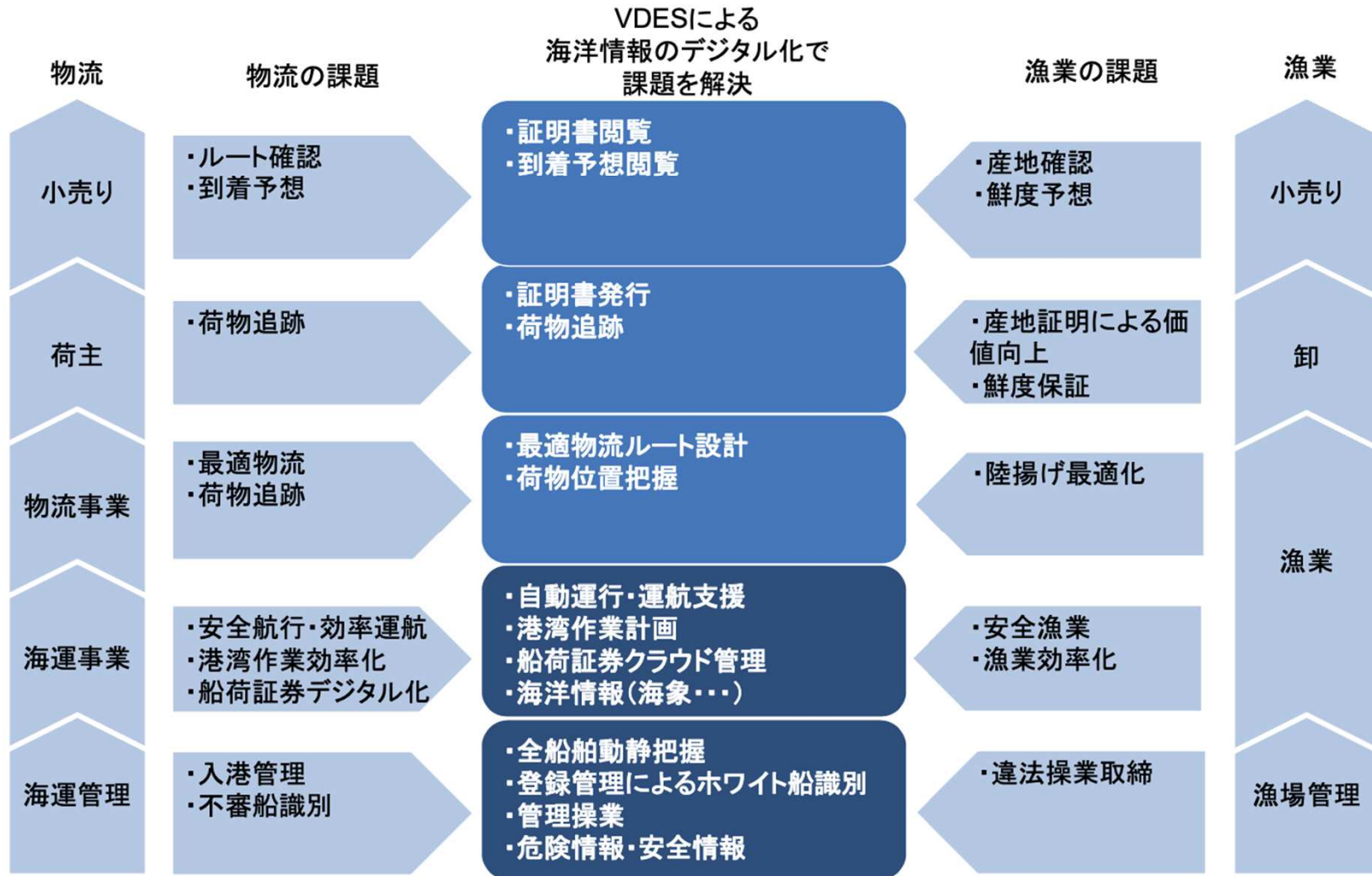
VDESを民間ユーザーが利用可能な場合の利用例

海運情報デジタル管理への期待

IHI

漁業のグローバル化や海運物流の近代化

- デジタルによる管理社会: 情報を持つものが支配する世界から, 情報を共有し付加価値力で競っていく世界へ変化



出典: 衛星VDES委員会(OPRI主催)の利用WG資料(IHI志佐委員委員作成資料)を引用

3. 海洋デジタル社会創出 に向けた課題と解決策(案)

今後の取組方針

- 世界中でAI並びにデジタル化による労働環境・市場環境の変化が起きている。
 - 海洋分野に於いても、自律航行船・無人船の導入等の革新が進行している。
- ⇒この社会的背景を受けて、海洋分野のデジタル化を前向きに検討し、
海洋情報を創出し続ける国(海洋情報創造立国)を目指す。

●夢のある海洋

(陸以上の安全安心、ベンチャマインド)

●我国の得意分野を生かした総合技術戦略

(業際・学際分野でイノベーションが起こる)

(海洋国家としての地政学的優位性を生かした総合技術戦略)

⇒海洋・宇宙・サイバー(IT)のグローバル・コモンズ領域で展開

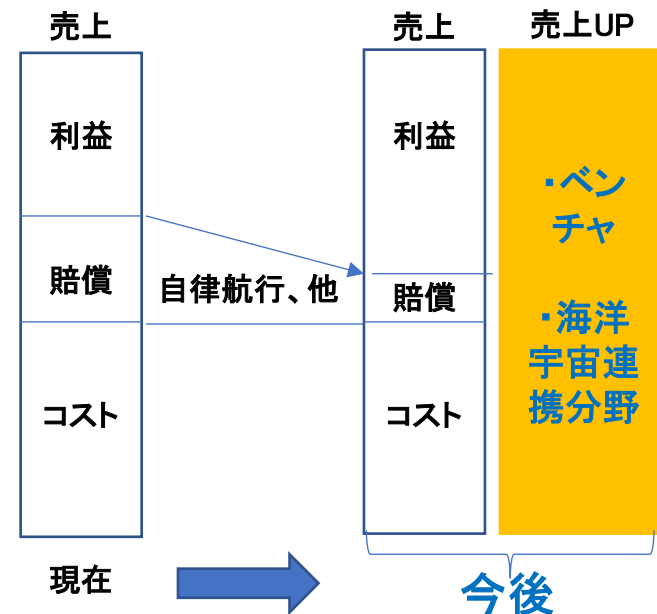
●デュアルユース

●海洋産業の売上UP

(縮小均衡の限界を認識し
モデルチェンジ)

⇒「情報が流通する仕組み」を構築する
ことが効果的

>流通のボトルネックである通信の内、
「業務用通信」を改革することから始める



海洋情報創造立国を目指して

- 「情報」を持たざる国の悲劇
- 情報はGive & Takeが原則
- VDES衛星・SIGINT衛星により、水上船は隠れられない

ならば、



積極的に海洋情報を創造し、世界に発信し共用する社会の構築を、率先垂範してはどうか。

- 海洋情報の収集・処理・分析・予測を行い、
- 海洋情報を流通させ、
- 海洋に対する安全・安心を確保し、
- 海洋の「此岸性」を確保し、
- 産業育成のためのプラットフォーム構築を行う事により、
海洋情報のエコシステムを構築する。

=> 具体的施策として、衛星VDES利用に積極的に取組み

海上交通の安心安全全面からの検討事項(中間)

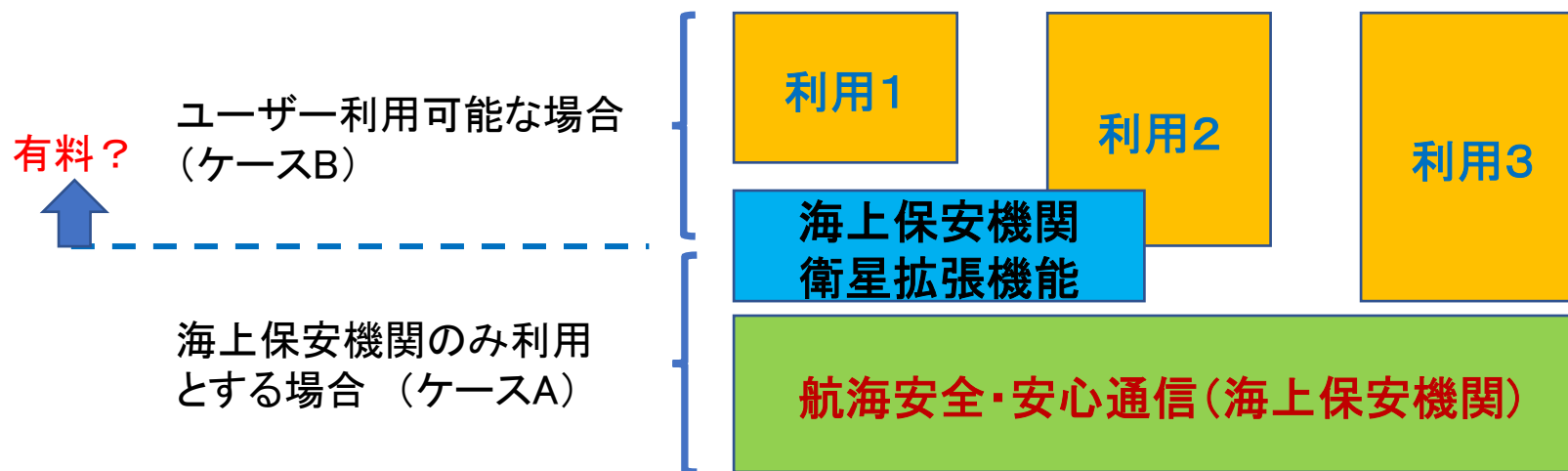
笹川平和財団 衛星VDES委員会 利用検討WG で検討中の概要を示す。

- ・船舶識別(現AISの後継? =VDESではない)
 - 全船に搭載することが重要(義務化+α)
 - AISの不足項目他
 - 双方向性の活用, 衛星のメリットを生かした利用(しかし低速)
- ・「協調航法」の有用性の検証
 - 自動航行／自律航行／無人運航に向けて
- ・異種船舶間のコミュニケーション(これまで不十分であった?)
 - 漁船・漁具
 - プレジャーボート
 - 内航船
 - 大型(外航)船
- ・公的利用(既存の補完, 二重化等)
 - 警備救難(EPIRBは発災後⇒VDESで予防のためのメッセージ交換可能に)
 - グローバルなVTS(衛星のメリットを活用)
 - 海洋情報
- ・船陸間コミュニケーション(前章、「デジタルシップのリモート監視への適用」を参照)
- ・潜在的利用(旅客船、港湾管理での利用検討)
- ・利用促進の方策検討
 - (端末価格、ビジネスモデル、「衛星VDESに関するIMOガイドライン(仮称)」等の検討)

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



我国の戦略：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

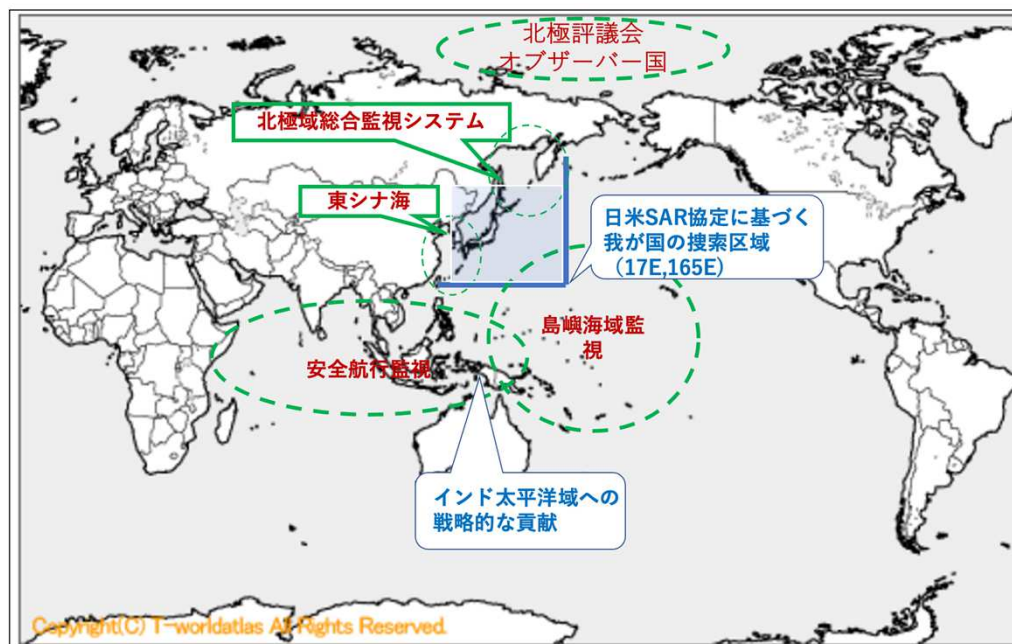
＞我国が調整国を行っている「世界航行警戒業務エリア」は、南シナ海・マラッカ海況を含む

＞「日米SAR協定に基づく我が国の搜索区域」を加えると、ほぼ

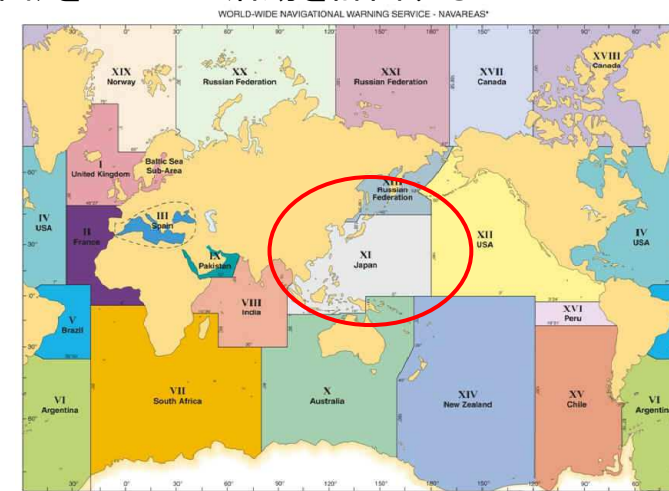
「自由に開かれたインド太平洋」への展開が可能

●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



●日本が調整国を行っている
世界航行警報業務エリアXI(NAVAREA XI下図)をベースに活動を計画する



(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)

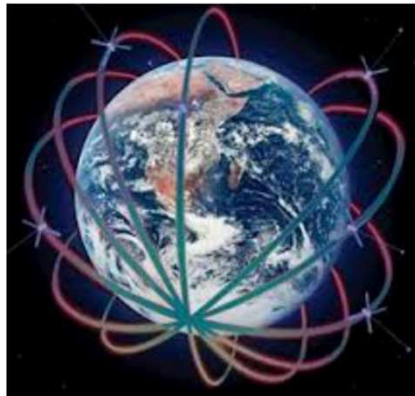
我国は、下図の通り、NAVAREA XIの調整国となり、約40年間運用(情報配信他)を実施しており、世界から評価を受けている。

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。

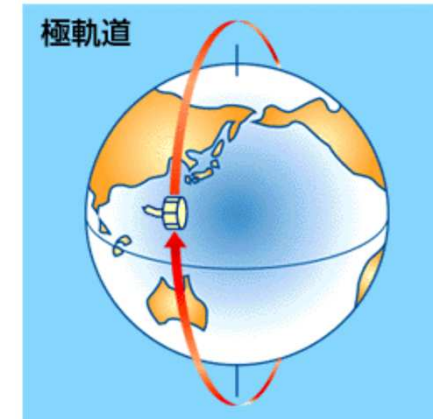
我国の戦略：VDES衛星軌道の検討

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)

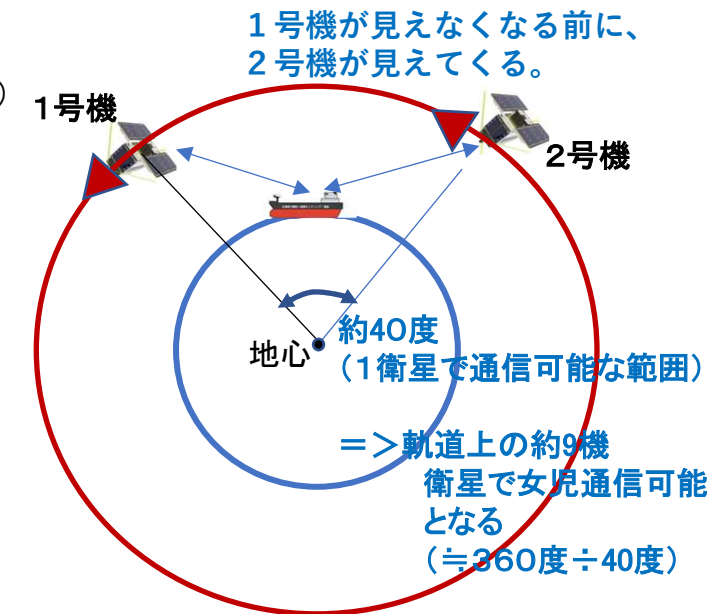
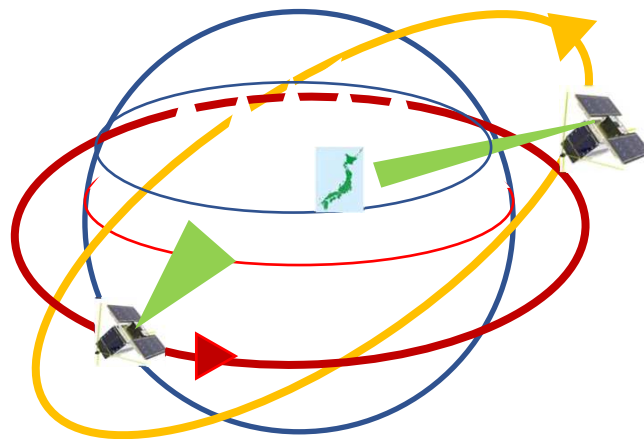


Step1:Norsat-2を利用
Step2:Norsat-2と補完する
VDES衛星を打上げる。
Step3: 60機打上げ。



B案： 赤道直下(マラッカ海峡)を優先

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



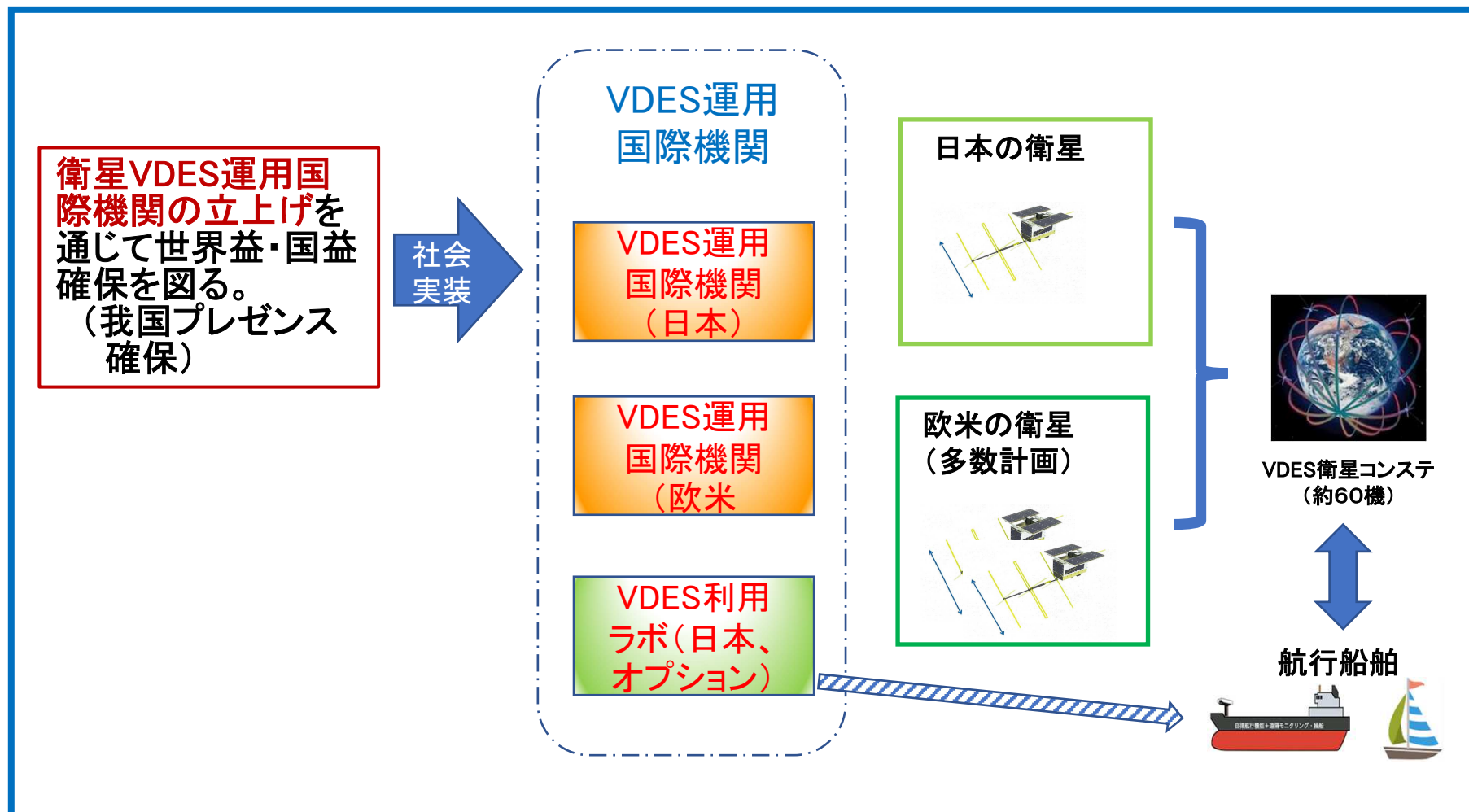
C案： 日本上空の可使時間が長くなる様な軌道

(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)

我国の戦略：衛星VDES運用国際機関の立上げ

- 我国から世界に向けて、VDES運用に関する調整を行う機関を立ち上げる提案を行う。
(全体構想・総合プロデュース) (このためには、VDES衛星を保有する必要がある)
- また、VDES利用アプリケーションの開発・検証を行うラボの整備を行う。



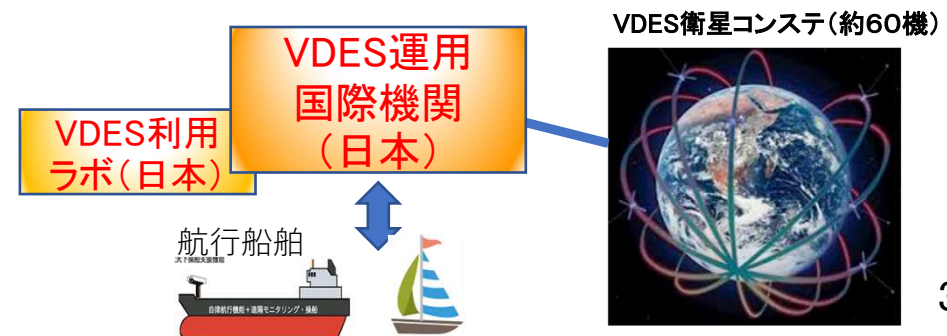
4. まとめ

まとめ(提言)

- 衛星VDESは、「海事・海洋向け中速度の業務用IoT衛星通信」
無指向性・軽量で扱いやすいVHF帯であり、雨等の気象による通信障害がほとんど無く、
近海～公海を同じ通信システムで利用可能であり、小型船舶等を含む共通インフラに適する。
- 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)が可能な海洋デジタル社会構築を目指す。(尚、約60機の衛星群が必要)
- デジタルで利用者(物)を広げることで、海洋の安全・安心に貢献する。
自動船・無人船の増加が見込まれており、これまでの「人と人の間で音声連絡する」形態を
補強・補完して、「船舶搭載航法計算機間同士で連絡」(Bit Link)を行う方式が重要となり、
VDESによる通信が重要となる。
- 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。
- 海運情報デジタル管理分野のビジネス機会の確保を推進する。
- 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、優位性を追求する。
(固有のデータを保有する事でデュアルユースMDA分野の優位性を確保し、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していく。
(海洋システム人材育成)

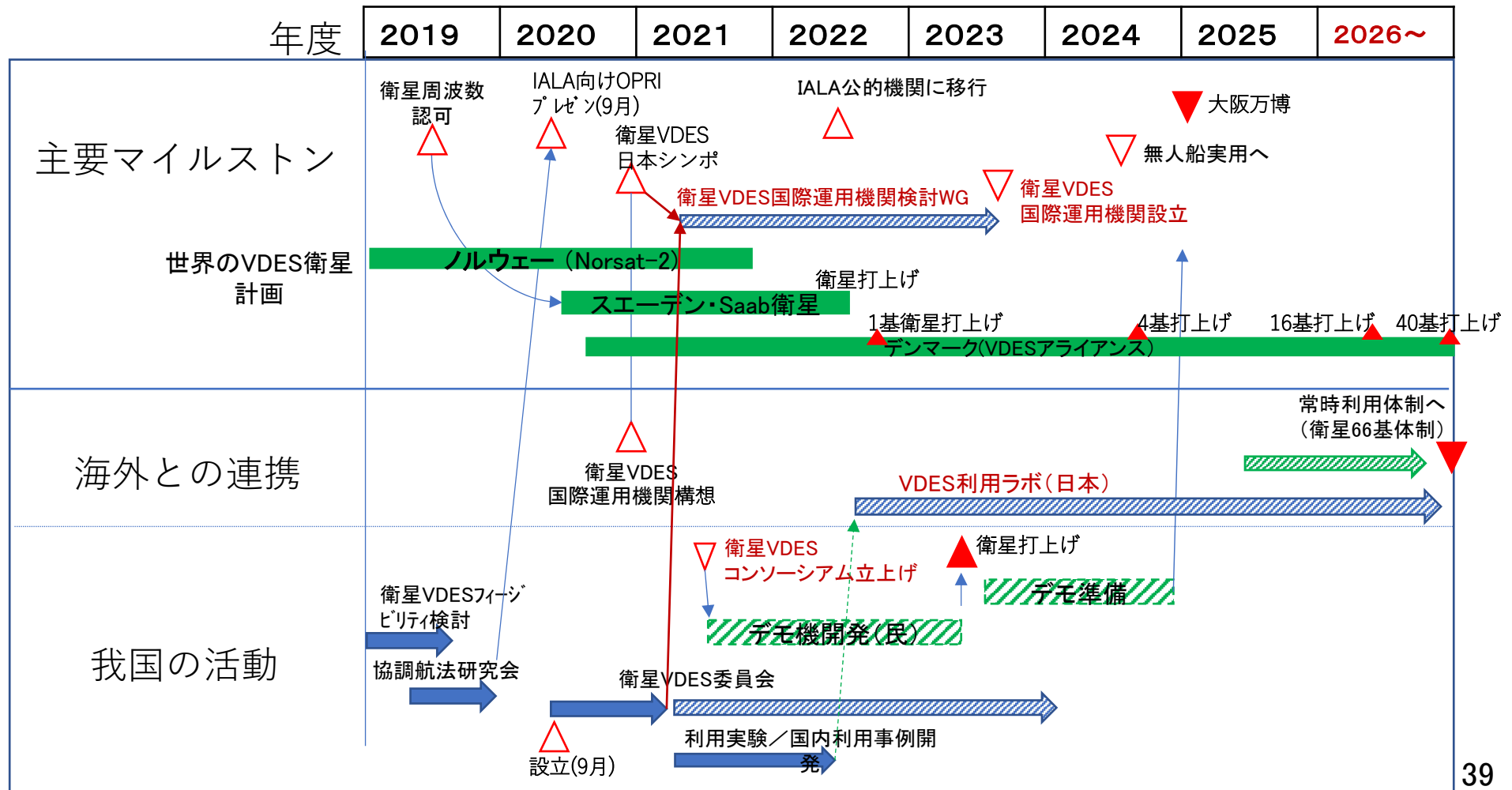
- 衛星VDES運用国際機関の立上げを通じて世界益・即国益確保を図る。
- 我国プレゼンス確保

→ **インド・太平洋地域へ海洋から貢献**



衛星VDES社会実装(国際運用機関創設)に向けた活動計画(私案)

- VDES衛星は、先行するノルウェーに加えて、スウェーデン、デンマークも、2022年に衛星打上げを
発表し、2026年頃に世界ネットワークが構築される計画である。
- ⇒ 我国も、本年度末頃までに衛星打上計画を発表することで、VDES国際運用機関創設に関与可能。
- 並行して、民間主導のコンソーシアムを設立し、衛星VDES事業に進出を目論む。
- 国際連携と並行して、国内利用促進を図るべく、2021年度から、アプリ整備を行うことが重要。



ご清聴有難うございました。

