

2020年度  
衛星VDESに関する委員会報告書  
総合版

2021年 6月

公益財団法人 笹川平和財団  
海洋政策研究所

本報告書は、2020年度 衛星 VDES に関する委員会報告書(2021年4月発行)並びに最終委員会(2021年3月24日)に提出された技術ワーキンググループおよび利用ワーキンググループの成果報告書の3種の報告書を、総合版としてまとめたものである。

各報告書に該当するページは以下の通りである。

2020年度 衛星 VDES に関する委員会報告書	1~44
衛星 VDES 技術 WG 成果報告書	45~100
衛星 VDES 利用 WG 成果報告書	101~168

2021年6月  
衛星 VDES 委員会 事務局 (OPRI)



2020年度

衛星VDESに関する委員会報告書

2021年3月24日

公益財団法人 笹川平和財団

海洋政策研究所



## 目次

### 総括編

はじめに	5
衛星 VDES に関する委員会設置概要	6
衛星 VDES とは	9
衛星 VDES の利用・普及における課題	12
衛星 VDES の技術的課題	14
おわりに	15

### 個別課題編

小型船衝突回避への利用	19
海上無線の現状と課題	20
衛星 VDES 利用による漁業管理の模索	22
漁具用としての AIS の現状	25
漁業情報サービスセンターとの情報交換から	27
ビジネス化への課題	29

### 資料編

IALA ENAV26 における VDES 関係文書の整理	35
Satellite VDES の衛星システムに関する考察の整理	37
衛星 VDES 通信プロトコル検討の整理	39
衛星 VDES 免許制度の検討の整理	40
VDES 関連規則	41

# 総括編

●	はじめに	5
●	衛星 VDES に関する委員会設置概要	6
●	衛星 VDES とは	9
●	衛星 VDES の利用・普及における課題	12
●	衛星 VDES の技術的課題	14
●	おわりに	15

## ● はじめに

デジタル情報を高度に利用する Society5.0 の波は、海洋分野にも急速に押し寄せている。なかでも海洋産業の主役である海運は、省力化や脱炭素化などの変化に対応しつつ、将来的な無人運航体制の構築や陸上とのシームレスな物流システムなどの課題を解決していかなければならない。さらに、海運業はモノを運ぶだけの産業ではなく、海のプラットフォームとして海洋状況把握への貢献が期待される。気候変動やプラスチック汚染、水産資源の減少、沿岸警備や防衛など、海洋状況を把握しなければならない需要は多いが、それを実現するプラットフォームや情報収集・伝達手段は十分に整備されていない。

この 20 年で、船舶間や衛星経由で船の位置や針路、速力などのデジタルデータを把握できる AIS (Automatic Identification System) が普及した。船舶におけるデジタルデータの交換の需要はますます増加しており、双方向パケット通信を可能にする VDES (VHF Data Exchange System) と呼ばれる地上波利用の業務用中速データ通信回線が提案されている。さらにその発展版として衛星通信を利用した衛星 VDES が構想されている。

公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所では、これからの海洋デジタル社会を見据えて、衛星 VDES の応用の可能性を探るべく「衛星 VDES に関する委員会」を組織した。本委員会の設置目的および概要は以下のとおりである。委員会での検討結果が今後の海上交通安全、無人船運航、さらには海洋状況把握等に貢献し、海運業・水産業を含む海洋産業の裾野を広げ、新しいマーケットを開拓する一助となれば幸いである。

(公財) 笹川平和財団理事長

角南 篤



## ● 衛星VDESに関する委員会設置概要

### 1) 委員会設置目的

本委員会は、衛星VDESの技術的な整備と利用サービスの方向性を検討する。  
将来的に衛星VDESの運用における国際機関誘致を目指し、我が国が海洋宇宙連携のハブとなる未来を切り拓く。

### 2) ワーキンググループの開催

衛星VDESの技術的課題と利用に関する課題を各ワーキンググループ（WG）で整理する。

### 3) 委員会メンバー

笹川平和財団では、衛星VDESに関する国内での検討を加速させるため、海洋政策研究所内に「衛星VDESに関する委員会」を設置した。参加メンバーは以下のとおりである（順不同・敬称略）。

- 委員長 今津隼馬（東京海洋大学 名誉教授）  
顧問 山形俊男（公益財団法人日本海洋科学振興財団会長）  
山本静夫（元 宇宙航空開発機構(JAXA) 副理事長）  
委員 吉田公一（日本舶用品検定協会）  
福戸淳司（海上技術安全研究所 特別研究主幹）  
若林伸和（神戸大学 大学院海事科学研究科 教授）  
鏡信春（日本海難防止協会 常務理事）  
加藤光一（日本船舶技術研究協会 専務理事）  
加藤隆一（日本海洋レジャー安全・振興協会 常務理事）  
斎藤克弥（漁業情報サービスセンター 魚海況部長）  
北川弘光（笹川平和財団 海洋政策研究所 特別研究員）  
渡辺忠一（笹川平和財団 海洋政策研究所 特別研究員）

本委員会では、具体的な検討を行うための利用WG及び技術WGを設置することとした。  
参加メンバーは以下のとおりである（順不同・敬称略）。

#### 【利用WG】

- 主査 若林伸和（神戸大学 大学院海事科学研究科 教授）  
委員 志佐陽（IHI 航空・宇宙・防衛技術領域宇宙開発事業推進部 事業企画グループ 部長）

高橋実（スペースシステムサポーターズ 代表社員）  
中溝和馬（三菱造船 事業戦略推進室主席部長）  
桑原悟（日本海洋科学 運航技術グループ長）  
織田博行（商船三井 技術革新本部スマート SHIPPING 推進部  
プロジェクトリーダー）  
小野寺簾（マリン事業協会 企画・振興係長）  
林敏史（東京海洋大学 教授・練習船海鷹丸船長）  
秋山治之（川崎汽船 先進技術グループ 先進技術開発チーム長）  
※2020 年 9 月まで  
山崎伸也（川崎汽船 先進技術グループ 先進技術開発チーム長）  
※2020 年 10 月から  
渡辺忠一（笹川平和財団 海洋政策研究所特別研究員）

#### 【技術 WG】

主査 吉田公一（日本舶用品検定協会）  
委員 樋口丈浩（横浜国立大学 大学院 環境情報研究院 准教授）  
横塚英世（アストロカブ代表取締役）  
三浦正春（有人宇宙システム）  
岩本浩之（宇宙航空研究開発機構 新事業推進部長）  
※2020 年 12 月まで  
伊達木香子（宇宙航空研究開発機構 新事業推進部長）  
※2021 年 1 月から  
宮寺好男（日本無線 マリンシステム事業部企画推進部 事業企画グループ課長）  
中川裕康（古野電気 舶用機器事業部営業企画部 規格検定課長）

委員及びWG委員は議論の推移把握及び意見交換を促進するため、親委員会及び所属外WGへの参加を自由とした。

#### 4) 委員会およびワーキンググループ開催状況

2020 年 9 月 3 日	第 1 回委員会	
2020 年 9 月 9 日		第 1 回技術 WG
2020 年 9 月 10 日		第 1 回利用 WG
2020 年 10 月 2 日		第 2 回利用 WG
2020 年 10 月 15 日		第 3 回利用 WG
2020 年 10 月 19 日		第 4 回利用 WG

2020年10月21日		第2回技術WG
2020年10月27日		第5回利用WG
2020年11月25日		第3回技術WG
2020年12月3日		第6回利用WG
2020年12月14日	第2回委員会	
2020年12月22日		第4回技術WG
2021年1月20日		第5回技術WG
2021年1月29日		第7回利用WG
2021年2月17日		第6回技術WG
2021年3月8日		第8回利用WG
2021年3月24日	第3回委員会	

また、上記のほか各WGメンバーが参加する合同ヒアリング、セミナーが別途開催された。

## 衛星 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、①自船 ID、位置、速度等を周りの船に発信するシステム(放送)である AIS の機能に加え、②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 ASM 機能(単行通信)、③船舶間で、双方向通信を行う(双方向通信) VDE 機能を追加したシステムである。VDES を衛星経由で行うのが衛星 VDES であり、数十機の衛星を打ち上げることでより全球をカバーできる。地上 VDES 並びに衛星 VDES システムは、本格導入に向けて、IALA ガイドライン (G.1139) 及び ITU 規則 (M2092) の改訂が近日予定されており、VDES 衛星の打上げ計画が複数発表されている。

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、VDES は、特定の船舶間でメッセージ送信が可能であり、3 2 倍の帯域が認可されており、利用の増加が見込まれる。VDE は、海上における情報ネットワークの構築を可能とし、サーバー利用もできる。また、船舶間で衝突回避を目的にした「協調航法」のための相互通信や、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。このため、コンステレーション(約 60 機)を構成すると、全球での通信が可能となる。

## 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。現在、音声を補助・代替し、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)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にて衛星をきむVDES周波数割当てが決定し、各国はVDES衛星通信システムの検討を加速中。
- VDESは次世代AISと云われており、従来のAISに双方向通信機能を追加したシステムである。

VDES = 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) (9.6kbps)  
 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) (19.2kbps)  
 VDE (VHF Data Exchange): 船舶間で、双方向通信を行う(双方向通信) (最大307.2kbps, AISの32倍)  
 Sat (Satellite): 高度約600kmの周回通信衛星。

- 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、衛星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。  
 (\* AIS衛星は、受信のみで中継機能は無い)

### <VDESの利点>

- 移動体通信に適したVHFを使用した双方向通信(相互了解)が可能で、「業務用通信」に適している。
- 端末は無指向アンテナで小型・軽量・装備が簡単であり、低価格化が可能。
- 衛星VDESは地上VDESと同じ装置でシームレスに利用可能。(船舶間の通信は無料、全船舶共有インフラ化へ)
- 相手船の「電話番号」が判らなくても、AISに含まれる「船舶ID(電話番号)」を利用して、目の前の船に連絡できる。

VDES衛星コンステレーション  
(超小型衛星:約60機)



### VDES国際動向

## 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月開催の2019年世界無線通信会議(WRC-19)にて、衛星VDESの周波数割当てが認可された。
- IALAからIMO(国際海事機関)に、VDESをAIS同等に利用可能にする様に認可申請が提出済 (認可後は、新造船はVDES搭載に移行と予測)

### 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15Kg  
 軌道: 高度600Km(太陽同期)

- 2020年8月24日に、Saab・Orbcomm・AAC Clyde Space社が連携し、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。
- 2020年9月29日のIALA会合で、Stemula社(デンマーク)より、2022年に1基の衛星をその後、2024年に4基プラス、2026年に16基プラス、2028年に40基プラスと累計61基の打上げ計画が発表された。
- 2021年5月に、VDES国際標準(ITU-RM.2092-1)が認可予定。  
 => VDES通信端末開発の加速が予定される。

- 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国際運用機関立ち上げの必要性を、2020年9月のIALA会合にて提言すると同時に、衛星VDES委員会を2020年度に設立。  
 (我国のVDES衛星打上げの具体的計画は未定)
- 総務省北海道総合通信局は「衛星を活用したVHFデータ交換システム(VDES)の導入による海上無線通信の高度化に向けた調査検討会」を設置(2020年11月)



- 用途
- ①北極海の海水データ送信等、NAVREAT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半島反対側の船澳との通信。
  - ④遠方船舶と海岸地上局間の通信、等々利用

## 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放送。	ASM+VDE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 (基本的にAIS装置のファームウェア交換)	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・普及における課題

衛星 VDES は海洋安全航行の通信インフラである。利用対象を小型船の領域にも広げることで、グローバルな海上活動にも利用可能とする海洋安全航行の通信インフラとなる。安全・衝突防止、自動運航・遠隔操船・無人船の運航制御、海洋状況認識、情報サービス、海洋セキュリティ等々ビジネス要素も含めた幅広い目的用途に利用可能である。

ただし現状は、衛星 VDES の普及に向けての利用者（ステークホルダー）に対する認知度が低く、利用に向けての法整備等がされておらず、欧州に後れをとっている。航行安全の基本機能である船舶識別のための AIS 機器の船舶搭載が思うように進んでいない現状の理解が衛星 VDES 普及の鍵となる。

今後、期待される衛星 VDES 普及に向けて、通信容量、リアルタイム性の対応可否等システム仕様の検討とともに、衛星 VDES の認知度を向上させるための活動、小型船・小規模事業者向けのコストパフォーマンスの優れた VDES 端末の開発、普及を促進する法規制への働きかけ等が必要である。

衛星 VDES 利用用途

NO	目的	利用用途	備考
1	安全・衝突防止 (火災・座礁・衝突)	①船舶間双方向通信による情報共有 ②協調航法 ③港湾の入港・着岸制御	漁船・漁具・ブイ・浮き漁礁も対象とした異種船舶通信。
2	自動運航・無人運航	①遠隔操船（運航監視制御） ②船舶識別 ③船舶機器、温度、圧力等モニター	周囲状況・相手の意図の把握
3	放送	①警備救難放送 ②危険航海警報 ③海洋気象等	NAVAREA11 向け
4	海洋状況認識	①グローバル VTS ②洋上施設モニター ③各種観測情報	
5	情報通信	①漁船-漁協/船社間情報通信 ②小型船向け情報提供	メール・運行状況・漁業監理プレジャーボート等
6	海洋セキュリティ	①対象船追跡	密輸対策
7	ビジネス	①漁獲物の産地証明 ②船舶動静情報利用サービス	

## 衛星VDES利用促進の課題

### 1) 全船舶装備化が重要

双方船舶間で連絡・調整を行う協調航法を推進するためには、小型船を含めて全船舶がVDES装置を装備することが肝要。「全船舶向け共通インフラ化」を目指した技術開発・政策立案・啓発活動を、衛星VDES国際運用機関設立に向けた活動と共に実施することが求められている。

### 2) VDES用途の明確化・普及促進活動

高い認知度となったAIS同様、今回検討された利用(サービス)をキラーコンテンツとするべく、より詳細な検討を行い、啓発活動を行うことが期待されている。

### 3) 利用料金

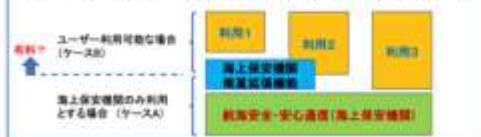
周回衛星は自国以外でも利用可能であるため、国際ジョイントベンチャ等による共同・協調利用で負担を抑えることが可能。

また、収入面では、アプリケーション国際標準化を図ることで、利用者増を図ると同時に、公的サービスによるベースロード確保と並行して有料サービスを拡充することが求められる。尚、自船が集めたMDA情報・IoT情報とVDES利用料を相殺し、支払い料金を抑える様なビジネスモデル(究極はゼロ円ビジネス)を、政策検討と同時に実施することで促進が期待される。



#### 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、船務者他)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。(尚、ケースBを中心に検討)



#### ③「船舶」と「陸上」の通信

●登録者から文字での通信ができる。

- ・船 船中の乗客との連絡
- ・岸 船主側からクルーザーへ
- ・船 岸側から登録してこまどり「アラート」
- ・岸 船主側から岸側に「緊急通報」
- ・船 岸側から岸側に「緊急通報」
- ・岸 岸側から岸側に「緊急通報」

●船中「緊急通報の連絡」  
「AIS classB」よりも更なる  
アンテナ・アンテナの機能は船中が必須です

●岸側「岸側中継局が設置されるので、緊急通報を受理することが可能」  
水産庁(水産庁)が  
水産庁(水産庁)が  
水産庁(水産庁)が

●船中「緊急通報の連絡」  
「AIS classB」よりも更なる  
アンテナ・アンテナの機能は船中が必須です

●岸側「岸側中継局が設置されるので、緊急通報を受理することが可能」  
水産庁(水産庁)が  
水産庁(水産庁)が  
水産庁(水産庁)が



## ● 衛星VDESの技術的課題

VDES 機能を搭載する衛星としては現在、Norwegian Space Centre が所有し運用している NORSAT-2 の 1 機が稼働している。NORSAT-2 上の VDES ペイロードを使用して、VDES 衛星通信を行っている。将来、我が国で VDES 衛星ペイロードを提供する場合、現在計画中の低極軌道衛星へ搭載することの可能性を検討することもできる。

現在運用が行われている NORSAT-2 の軌道を中心として、G1139 に準拠する通信環境を利用した場合、東京での 1 日の通信可能時間は 3.75%、最大連続通信時間は 12.5min が 2 回、10min 以上の通信機会は 3 回である、

赤道상을高度 600 km で飛ぶ衛星の場合、およそ 104 分周期でマラッカ上空に現れ、14 分程度ずつの通信が可能となる。通信可能割合は 13.1% 程度の通信時間が確保される。衛星投入機数と時間に対する通信可能割合の検討では、7 機の投入で 91%、8 機で 100% となる。仮に 9 機投入した際は常時最低 1 機の衛星が上空におり、安定した通信が確保される。

東京上空を通過する軌道傾斜角  $50^{\circ}$  の軌道の内、1 日で 14 回の周回を行う回帰軌道となっている。通信可能時間は 6.14% となり、10 機程度追いかける軌道を設計すれば、半日ほどの継続通信も可能であることが見込める。

将来、VDES 衛星が多数運用されている状況では、地上局・船舶局から複数の衛星が見えている場合では、どれかの代表の衛星が動いて他のものが待機しているという運用にしないと通信が成り立たない。衛星側からは、一つの衛星で見える範囲の船舶をすべて中継できるものと考えられる。

衛星 VDES 利用用途で示した情報通信を実現する場合には、VDES 通信の技術的仕様を定めている IALA G1139 の中に、そのようなデータ通信を行うためのプロトコルを設定する必要があり、そのようなプロトコルを創出して IALA へ提案して実現する必要がある。

無線局を開設し操作するためには、原則として電波に関する一定の知識・技能を身につけ、総務大臣の免許を受けて無線従事者になる必要がある。ただし、発射する電波が極めて弱い無線局や、一定の条件の無線設備だけを使用し、無線局の目的、運用が特定されている無線局については、無線局の免許及び登録は要しないとされている。また、無線従事者の監督のもとでは無線従事者の資格を持たない者でも無線設備の操作を行うことができる場合が多く、さらに、簡易な操作として総務省令及び告示で定められている操作には、無線従事者の資格を要しないと規定されている。衛星 VDES 装置の普及を考えた場合、特に小型漁船を含むすべての船舶に普及させる場合には、無線従事者資格の要件は大きな障害となるために、簡易型船舶自動識別装置と同様に無線従事者資格を不要とすることは必須であると考えられる。

## ● おわりに

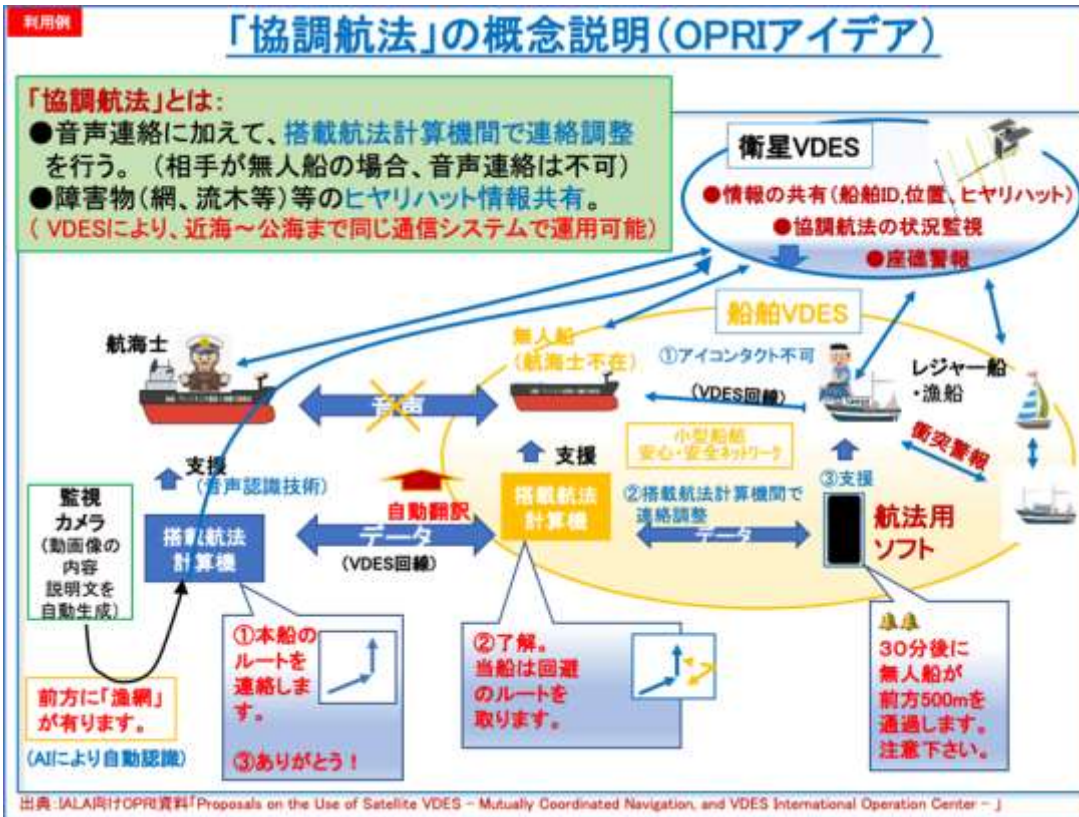
今年度の検討結果を踏まえて、全世界的な海洋デジタル社会の構築を目指して、将来的になすべきことについて、以下に整理する。

### 1. 衛星 VDES の世界的利用へ向けての我が国プレゼンスの向上

世界有数の海事産業と水産業を有する我が国が、海洋安全の根幹となる海上通信分野で世界をリードするためには、衛星 VDES の有用性を既存の衛星または新規衛星の打ち上げ等によって関係者に広め、かつ IALA や IMO などを通じて国際社会に将来の同システム運用の姿を積極的に提示してゆくことが必要である。更に、衛星 VDES の世界的な運用に必要となる運用機関を我が国に誘致することは国の重要政策として推進しなければならない。

### 2. 全船装備を目指して

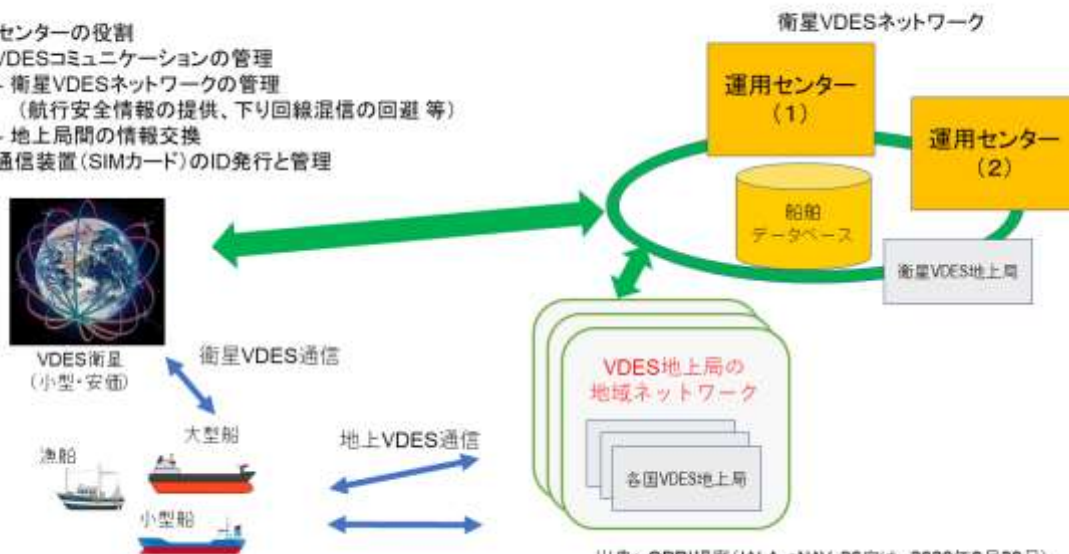
日々発達する情報通信技術によって、陸上の安全安心は急速に向上しつつあるが、海上もこれに伍する環境を整えることが洋上の人々にとって福音となる。即ち大型、国際航海の船舶のみならず、非条約船とされる小型の船舶（漁船、小型貨物船、プレジャーボートなど）が共通のシステムで世界の海のどこでも、そしていつでも安全通信をできる時代を迎えることは、船舶が協調的に航行できる時代、さらに「無人船」時代の到来と同義語であり、幾億の世界の海と触れあう人々への貢献ともなりうる。この時代に向かって一步を踏み出すためには、低廉な簡易型衛星 VDES 装置の開発と無線免許制度の検討が急務である。また、海洋デジタル関係ベンチャー育成並びに、利用啓発活動の推進が重要である。



**衛星VDES国際運用センター(仮称)の概念図**

◆センターの役割

- ・VDESコミュニケーションの管理
- 衛星VDESネットワークの管理 (航行安全情報の提供、下り回線混信の回避等)
- 地上局間の情報交換
- ・通信装置(SIMカード)のID発行と管理



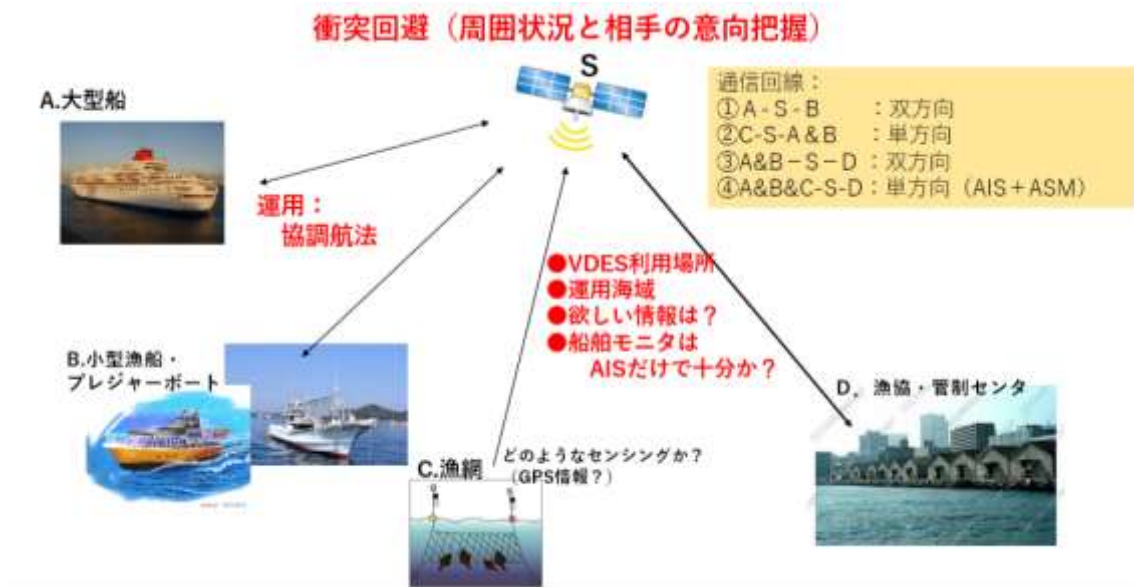


## 個別課題編

- 小型船衝突回避への利用 19
- 海上無線の現状と課題 20
- 衛星 VDES 利用による漁業管理の模索 22
- 漁具用としての AIS の現状 25
- 漁業情報サービスセンターとの情報交換から 27
- ビジネス化への課題 29

## ● 小型船衝突回避への利用

高橋 実



### 小型船位置情報共有に関連した公開情報（現状と課題）

1. CLASS B AIS は、特に漁船の場合はアンテナが低いため、1海里以内でもデータが相手に受信されない場合がある。

「漁船搭載の AIS 有効利用に関する考察」(松本 浩文, 古荘 雅生, 下岡 尚輔, 小野 昌也; 日本航海学会論文集 130 巻 (2014)) 参照。

2. 「海上無線通信を活用した船舶の位置情報共有に関する研究」(丹羽康之 (海上技術安全研究所) (2018 学位論文の為、最近の取り組み資料として有用では。謝辞欄に福戸氏名前記載有り))

音戸の瀬戸他で、小型船の位置情報を大型船と共有するシステムの研究報告

大型船と小型船で位置情報共有を行う事件を行い、船舶間 LAN の速度は 1 Mbps 以上必要との記載が有る。

3. 船舶位置情報共有プラットフォームの構築 - 日本航海学会

はこだて未来大学の研究。各船舶保有の回線を利用して、自船位置情報をクラウドに送付し共有するプラットフォーム。

4. 船舶におけるスマートフォンアプリ 活用のためのガイドラインの方向性

(国土交通省海事局 安全政策課)

5. スマートフォン搭載の汎用型位置情報アプリの活用

レジャーなどに利用される小型船で自船の位置を的確に把握する際には、スマートフォン搭載のアプリである Google maps、iPhone 標準装備のコンパス、ニューベックスマート、海釣図V等の一般に広く活用されている地図アプリが広く利用されている。

## ● 海上無線の現状と課題

事務局 (OPRI)

本節は日本マリン無線協会 <https://marine-vhf.jp/marine-vhf-2.html> の公開資料を参考に事務局が作成した。

### 現状

船舶の安全航行のための海上無線通信の現状として、大型船には国際条約と国内法によってデジタル選択呼出装置 (DSC: Digital Selective Calling) 国際 VHF 機器の装備が義務付けられている。ここでいう大型船には、国際航行に従事する旅客船及び国際航海に従事するその他の船舶 (総トン数 300t 以上) からなる SOLAS 船、ならびに総トン数 100t 以上の船舶からなる非 SOLAS 船が含まれる。DSC とは、船舶遭難の場合にボタン操作のみで遭難警報を発したり、船舶を特定しての呼び出す機能を備えた装置である。一方で、総トン数 100t 未満の小型船 (小型漁船、レジャー船など) については、機器の設置は任意となっている。現状、小型漁船は 27MHz 帯・40MHz 帯機器を使用し、レジャー船はマリン VHF 機器や携帯電話を主に使用している。

### 課題

課題として、船舶の規模・船種を問わない相互の通信ができないという点が挙げられる。大型船である旅客船-貨物船間の相互通信は可能であるが、大型船-小型船間、またはレジャー船-漁船間というような小型船同士の通信は行えない。そのため、船舶共通通信システムの早期導入が求められている。また、小型船にはデジタル化等の最新の技術成果が取り入れられていないという点も課題である。このため、音声のみの通信しかできないほか、遭難緊急時にボタン一つで通信可能な DSC が利用できないという問題が生じている。DSC 等のデジタル化機器の普及促進が必要である。

### 船舶共通通信システム導入の進め方

上述した課題を解決するため、北米等で広く普及している国際 VHF 機器の導入による船舶共通通信システムの構築を進めることが期待される。そのためには、(1)免許制度・技術基準の見直し、(2)無線従事者資格制度の見直し、(3)定期検査制度の見直し、(4)適切な利用の普及・促進など、普及のための条件整備を行うことが必要である。

### 制度改正の概要

北米等で普及している国際 V H F 機器を我が国へ円滑に導入するための関係規定の見直しの概要を以下に記載する。

1. 無線設備の技術基準の見直し（無線設備規則の改正）

北米等普及国際機器導入障害となる技術的条件見直し

【改正概要】

・干渉を与えないための基準や共通通信システムとしての基本性能に限定し、義務設備に求められる機能や耐久性の要件を除外

例：受信性能や高度なD S C機能を除外

・A T I S(\*)の装備強制を撤廃（告示改正予定）

2. 技術基準適合証明の対象設備として追加（技術基準適合証明規則の改正）

無線局免許手続きの簡素化により普及を促進

【改正概要】

D S C付き国際V H F 機器を適合証明設備の対象として追加

3. 無線局定期検査制度の見直し（電波法施行規則の改正）

ユーザー負担の軽減を図り、普及を促進

【改正概要】

携帯型 5 W以下 定期検査不要

据置型 2 5 W以下 検査の周期を3年から5年に延長

\*自動識別装置（Automatic Transmitting Identification System）の略で、発射された電波の所在を明らかにするために送信装置に組み込まれるものをいう。マリン VHF 機器に備付けが義務づけられている。

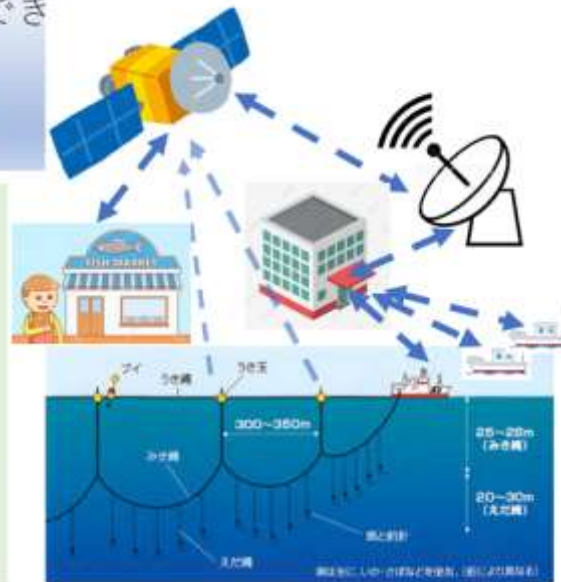


● 衛星 VDES 利用による漁業管理の模索

林 敏史

VDES (双方向) でやり取りでできる情報を考えると  
 漁船からのリアルタイム情報  
 市場からのリアルタイム情報

漁船から：観測点の水温・海流情報を送る。  
 陸上から：周辺海域の水温・海流(水色) 情報を受取る。  
 市場から漁獲物情報を受取る。  
 センターで資源情報として処理・データベース化  
 漁船での漁獲情報を送り **漁獲証明** を受取る  
 船上加工の場合は **加工証明**



産地証明となる  
 漁獲証明書と加工証明書とは？ 原産地証明書 (輸入)

- **漁獲証明書**：水産資源の持続的な利用において、国際的に IUU (違法、無報告、無規制) 漁業の撲滅のため、水産物輸入大国である日本の国際的な責任を果たすため、欧米の輸入水産物に関する漁獲証明制度を導入した。水産庁や都道府県が発行
- 国から登録を受けた法人 (以下「**登録証明機関**」という。) が漁業関係法令に基づいて適正な採捕が行われた漁獲物であることを証明する仕組みを設け、登録証明機関が魚種、採捕者、漁獲水域名又は水揚げ港、漁獲量、漁獲日等を確認し、漁獲証明を実施した場合、その内容を帳簿に記録する。
- **加工証明書**：経済産業省所管：農林水産品：厳しい衛生基準

# HACCP：危害分析重要管理点

Hazard：危害、Analysis：分析、Critical：重要、Control、管理Point：点

**輸出にHACCPが必要な国・地域**  
 世界中の食料を輸出する上では、輸出先国や地域でHACCPに適合することが重要です。  
 (HACCPとは、Hazard Analysis and Critical Control Pointの略称です。)

輸出先国・地域	主な輸出品	責任の主体	施設認定の要件	検査機関
米国・中米	鶏肉製品 豚肉製品 魚介製品	事業者	HACCP	米国
EU	鶏肉製品 豚肉製品 魚介製品	事業者	HACCP	EU
アジア	鶏肉製品 豚肉製品 魚介製品	事業者	HACCP	アジア
オーストラリア	鶏肉製品 豚肉製品 魚介製品	事業者	HACCP	オーストラリア
ニュージーランド	鶏肉製品 豚肉製品 魚介製品	事業者	HACCP	ニュージーランド

**世界の食品安全の流れ～HACCPによる衛生・品質管理を求める潮流～**  
 世界の食品安全は、HACCPによる衛生・品質管理を求められる潮流です。  
 HACCPは、食品の生産・加工工程において、潜在的な危害を特定し、それらを制御するためのシステムです。  
 HACCPの導入により、食品の安全性が向上し、消費者の健康が保護されます。

出典：農林水産省 [https://www.maff.go.jp/j/shokusan/koudou/what\\_haccp/attach/pdf/haccp\\_law-2.pdf](https://www.maff.go.jp/j/shokusan/koudou/what_haccp/attach/pdf/haccp_law-2.pdf)

## 水産資源管理の高度化 指針

[https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r01\\_h/measure/m\\_01\\_1.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r01_h/measure/m_01_1.html) から抜粋

水揚情報の収集、調査船による調査、海洋環境と資源変動の関係解明、操業・漁場環境情報の収集、資源調査を実施する。

資源評価の精度向上を図るため、人工衛星を用いた海水温や操業状況の解析、新たな観測機器を用いた調査等により情報収集体制の強化に取り組みます。

資源調査結果に基づき、資源量や漁獲の強さの評価を行い資源管理目標案や目標とする資源水準までのプロセスを定める漁獲シナリオの案を提示します。

資源評価対象魚種の拡大に向け関係都道府県と連携し、120種程度の資源調査を実施します。

「漁業法等の一部を改正する等の法律」第1条に基づく改正後の「漁業法」(昭和24(1949)年法律第267号。以下「新漁業法」という。)の下、持続的に採捕可能な最大の漁獲量(MSY)を目標として資源を管理し、管理手法はTAC(漁獲可能量)を基本とする新たな資源管理システムに移行します。

令和5(2023)年度までに漁獲量の8割をTAC管理とすることを目指し、TAC魚種の拡大を進めていきます。

IQ(漁獲割当て)方式は、TAC魚種を主な漁獲対象とする大臣許可漁業において、準備が整ったものから順次、新漁業法に基づくIQによる管理に移行します。

## 人工衛星・漁船活用型漁場形成情報等収集分析事業の公募 水産庁

[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/supply/hozyo/200205\\_se24.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/supply/hozyo/200205_se24.html) から抜粋

国の資源管理施策として実施している漁獲可能量（TAC）管理等の科学的基礎となる資源評価において、資源の分布には偏りがあり、資源評価結果と漁業者の感覚とが必ずしも一致しないとの指摘があることから、漁場形成・漁海況予測を行うこととしています。このため、これら予測に資する漁場形成や漁獲状況等の資源情報等を人工衛星や漁船等を活用してリアルタイムに把握することを目的とします。

漁場形成・漁海況予測の精度向上を図るため、人工衛星を活用した表面水温及び植物プランクトンの分布情報の収集、協力漁船に送信装置を搭載し、上層から下層に至る水温を自動観測・送信するとともに、漁場位置、漁獲状況（漁獲物の魚種、サイズや肥満度、平年との違い等）を随時送信するほか、入港漁船等からも漁場形成、漁獲状況及び外国漁船の視認情報等の資源情報や海況情報等を収集し、これらの情報の総合的な分析を行うものです。

### 日本の資源管理の手法

[https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h29\\_h/trend/1/t1\\_2\\_1\\_2.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h29_h/trend/1/t1_2_1_2.html) から抜粋

<1>漁船の隻数や規模、漁獲日数等を制限することによって漁獲圧力を入り口で制限する投入量規制（インプットコントロール）

<2>漁船設備や漁具の仕様を規制すること等により若齢魚の保護等特定の管理効果を発揮する技術的規制（テクニカルコントロール）

<3>漁獲可能量（TAC：Total Allowable Catch）の設定等により漁獲量を制限し、漁獲圧力を出口で制限する産出量規制（アウトプットコントロール）の3つに大別。

日本では、各漁業特性や関係漁業者数、対象資源状況により、3つの手法を組み合わせながら資源管理を行います。今後の主要資源は、産出量規制を基本に投入量規制及び技術的規制を組み合わせることであります。

主として遠洋かつお・マグロ漁船は、VMS（衛星船位測定送信機）GMDSSのインマルCに組込 一日数回、ポーリングで位置情報が自動送信され世界5海域の（水産庁経由で）各委員会で管理されています。→漁獲証明？

かつお・マグロ類を管理する地域漁業管理機関と対象水域



- 資源管理が効果を上げるためには、資源管理のルールへの遵守を担保する。
- 我が国周辺海域における外国漁船の操業の漁業取締体制の強化、漁業監督能力強化を図ります。
- 限られた取締勢力を有効活用していくために、VMS（衛星船位測定送信機）の活用、衛星情報や各種IC技術等の漁業取締りへの積極的導入。
- 海上保安庁や都道府県取締機関との連携を通じた、取締りの重点化・効率化を図ります。

## ● 漁具用としての AIS の現状

林 敏史

### マグロ延縄操業における AIS 表示

本来 AIS を船舶以外にとりつけることは問題かと思われる。マグロ延縄は、30 マイル前後にも及び幹縄に枝縄（餌）を 1500 本とりつけてマグロ類を漁獲するための漁具である。浮子（アバ）といわれるボンデンから長さ 10m~40m の浮縄に、30 マイル前後の幹縄が伸び、約 50m 間隔で餌（枝縄）が取り付けられている。縄の浮子（アバ）の近くを大型船が通過すると、プロペラに巻き込み、漁具が破損する可能性がある。おそらくその防止と、漁船仲間に操業場所を周知することで、他の漁船の延縄とのからむトラブルを避けていると思われる。ただし、他船に良い漁場が分かってしまう。電子海図(ECDIS) とレーダに表示された AIS データを、カロリン諸島海域公海上 海鷹丸遠洋航海（マグロ延縄実習）での東京海洋大学海鷹丸 AIS による受信データを例として下図に示す。



### 現状と将来

AIS の CLASS B については、メーカー営業担当者の話として、漁船保険から航海安全に効果があるとのことから AIS CLASS B を設置すると、保険金が安くなるとのことであった。CLASS B の価格は、20-30 万円だが、漁船保険の割引を考慮すると約 10 年間で PAY できる。

樽流し漁業は、樽に数本の針付き縄を長く垂らす漁具で漂流させることからどこに行くかわからず、最近 AIS ブイを付けている (JAFIC 情報)。日本の漁具は高価で(材質：クロロカーボン：100 円/1m)、漁獲が良く、長持ちすることから、漁具まるごと盗難にあうこともある (JAFIC 情報)。AIS 設置は、好漁場を隠すということより、漁具を盗まれることが心配されている。

AIS は、各船舶へ 1 台の設置が可能である。漁具への取り付けは他船に対して有効であることは実証できているが、総務省等からの許可が現状では難しいかもしれない。“CLASS C”のようなイメージで試験的に許可が取れば、実験を行えると考えられる。

## ● 漁業情報サービスセンターとの情報交換から

齋藤 克弥・林 敏史

### JAFIC (Japan fisheries information center) について

漁況海況に関する情報など漁業に必要な情報のサービスを行い、もって漁業資源の効率的な利用の促進および漁業経営の安定を図るとともに、漁業に関する情報化技術の振興に寄与する。

昭和 47 年設立 <https://www.jafic.or.jp/>

会員数：都道府県（沿海）：31 中央漁業団体：8

賛助会員数：137（令和元年 5 月現在）

賛同する地方自治体（市町村）、水産団体、漁業協同組合連合会、漁業協同組合、漁業会社等が加入。

情報交換日時 令和 2 年 11 月 2 日火曜日 16 時から 17 時

出席者 JAFIC：佐藤・高橋・矢野、海洋大：林・萩田

場所 東京都中央区豊海町 漁業情報サービスセンター

## 一般社団法人 漁業情報サービスセンターとは

- 漁海況、市況データを収集し、水温図等を作成して漁海況予報の情報も併せて提供し、効率的な漁場探索等に効果を発揮しており、このことが近年高騰する燃油費の節約にも貢献しています。
- また、人工衛星を利用して、水温・水色の画像処理や、海面高度から推計した中層水温図や潮流図の提供も行っており、平成25年には、衛星情報の漁業者への適確な提供が産業発展に大いに貢献したことが認められ、第一回宇宙開発利用大賞（内閣総理大臣賞）を受賞致しました。
- \* 人工衛星を利用した画像処理や海面高度から推計した中層水温図の作成手法の開発
- 一方、これまで培ってきた電算処理技術を活用して、マグロ等の国際資源の管理、TAC制度の運用、水産物流通の調査、外国漁船の操業実績把握等水産行政事務を行う上で不可欠な基礎的な情報の収集・分析処理業務を国から受託しています。

## 水産行政業務の基盤となる情報システムの整備

JAFICでは、国の委託を受けて、これまで培ってきた電算処理技術を応用し、TAC制度の運用、マグロ等の資源管理の管理、水産物流通調査、再入荷地の採集実績の把握など水産行政業務を行う上で不可欠な情報システムを整備しています。

### 1 資源管理

① 我が国産品の魚種では、資源可視化 (TAC)、漁獲努力量 (TAC) など資源管理に不可欠な高度実績、漁船情報などのシステムを整備しています。



### 2 資源評価 (fresco)

漁船からの漁獲情報や市場からの資源評価情報などのリアルタイム情報を集約しています。



- 漁船からの情報⇒JAFICへ
- 市場からの情報⇒JAFICへ
- 衛星情報+漁船情報+市場情報⇒漁船へフィードバック (有料)

## 海況、漁況、市況の情報を提供しています

多くの水産関係者にとって、海の状態がどのように変化し (海況)、いつどこでどのような魚が漁獲され (漁況)、どこで市場にどれほど売られ (市況) と、といった最新情報を得ることは最大の関心事です。そして、それらの最新情報を利用することが漁業経営の安定に大いに役立っています。また、資源研究機関が行う資源評価にもこのような最新情報が必要不可欠なものとなっています。JAFICは、こうした情報を迅速に収集・処理解析し提供することを主たる業務としています。

### 1 情報の収集・処理解析・提供の流れ

情報は多種で、人工衛星や船舶などに加え、主要港湾に調査員を派遣し日々最新データを収集しています。



## JAFICの情報処理解析技術について

JAFICでは、人的資源とノウハウをフルに活用しながら、水産関係者が必要とする情報について出来るだけ高度の解析力を実現できるように、海況の地理情報解析技術を開発に注力しています。平成25年 (2013年) には、資源管理を高度かつ迅速に提供し、漁業の発展に大いに貢献していることを認められ、第1回水産関係者賞 (内閣府賞状) を受賞しました。

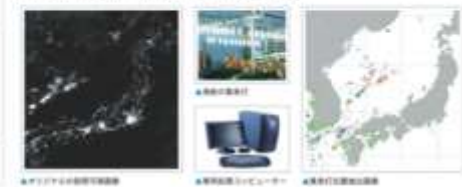
### 1 衛星データの整備・処理

人工衛星は広範囲にわたるデータを取得することが可能です。JAFICでは衛星データを利用し、さまざまな解析データを準備した上で、さらなる高度なデータ解析を行うことで、より高度な解析を実現しています。また、多くの衛星データは、リアルタイムで取得し、24時間365日いつでも最新のデータを提供しています。



### 2 衛星データからの漁船位置抽出技術の開発

衛星による漁船位置抽出は、国土測図院の衛星データ解析システムを利用していますが、漁船の漁獲の状況や漁獲量についても取得することができます。JAFICでは衛星データ解析システムを使い、このデータから漁船の位置により抽出された漁獲量をマップアップし、漁船に知らせる仕組みを実現しています。



出典：漁業情報サービスセンター [https://www.jafic.or.jp/overview/pdf/jafic\\_pamphlet.pdf](https://www.jafic.or.jp/overview/pdf/jafic_pamphlet.pdf)

## IT漁業：取り扱う情報(有料) 2万円/月

<p>「海面水温情報」 季節、海面などの海の状況や、いつどこでどのような魚が漁獲されるかといった情報を収集・分析し提供しています。</p> <p>詳しくはこちらへ</p>	<p>「漁獲情報」 人工衛星で観測された海面水温から得られた漁獲情報に加え、水産物種とそれらの種類に基づいて計算された季節別漁獲量を配信しています。</p> <p>詳しくはこちらへ</p>	<p>「おさかなひろば」 水産物と漁獲のあり方を解説し、漁業関係者向けサービスです。主要産水産物の流通調査、漁獲量調査などがご覧いただけます。</p> <p>詳しくはこちらへ</p>	<p>「エドくん」 漁業で利用する衛星や地図、漁獲情報やインターネットを通じて、漁船の位置や漁獲量をリアルタイムで提供しています。</p> <p>詳しくはこちらへ</p>	<p>「携帯サービス」 衛星データ、NGA衛星画像画像、衛星・GPSデータを提供しています。</p> <p>詳しくはこちらへ</p>
---	--	---	---	--

出典：漁業情報サービスセンター <https://www.jafic.or.jp/>

## ● ビジネス化への課題

志佐 陽

### 勉強会 「衛星 VDES の事業化—ビジネスモデルと法的な考慮事項—」

- 目的: 衛星VDESの社会実装に関する検討を深堀りするために、商法がご専門の講師の講演・質疑応答を通じて社会実装の課題と解決策を充実させる

- 日時: 12/25(金)10:00~12:00

- 講演者: 学習院大学法学部 教授 小塚 荘一郎 氏

- 講演内容:

タイトル: 衛星VDESの事業化 —ビジネスモデルと法的な考慮事項—

#### 事業化のポイント

- ・ ビジネスモデル: プラットフォームとしての収益, 国際分業
- ・ ルール形成戦略: 公平性を担保しつつ, 日本の強みの規格への盛り込み

#### 普及のポイント

- ・ 常務(Ordinary Practice of Seaman)との関係: 船員の常務の変化
- ・ 国際条約の解釈: 故意の非装備における損害賠償無限責任
- ・ 保険: 支払い前提条件への反映(事故率低減による実メリットが必要)
- ・ 船舶金融: 機械代金回収(コマツのビジネスモデル)
- ・ 陸・海・川・空をカバーするdoor-to-doorの複合一貫輸送への対応

#### 法的考慮事項

- ・ データ自身は個人情報以外はフリー(法人もフリー)
- ・ 通信の秘密確保が最も厳しい日本での対応や, 通信品質による損害の対応



### ビジネスモデルの重要性

「役に立つ技術である」というだけでは不十分 (それが出発点ではあるが)

どの部分で自国 (日本)、関係事業者 (日本企業) が利益を上げるか

どの部分は他国、他事業者に譲るか (それを通じてアライアンスを形成)

どの点で、既存事業者、既得権益と妥協するか (妨害的なロビイングの可能性に注意)

これらの検討に際して、関連する法制度、取引実態、契約慣行等への配慮が必要



## コンソーシアムによる利用推進コンセプト

- 衛星VDESは海洋安全などの公共性や新ビジネスにつながる利用など様々な利用価値が期待できその実装の検討にはかなり時間を要すると思われる
- ステークホルダーへの訴えかけを目的とし先行として利用実証を進めるべく、パスファインダーとして特定の公共価値や利用価値に絞ってコンセプト実証する利用実証を実施

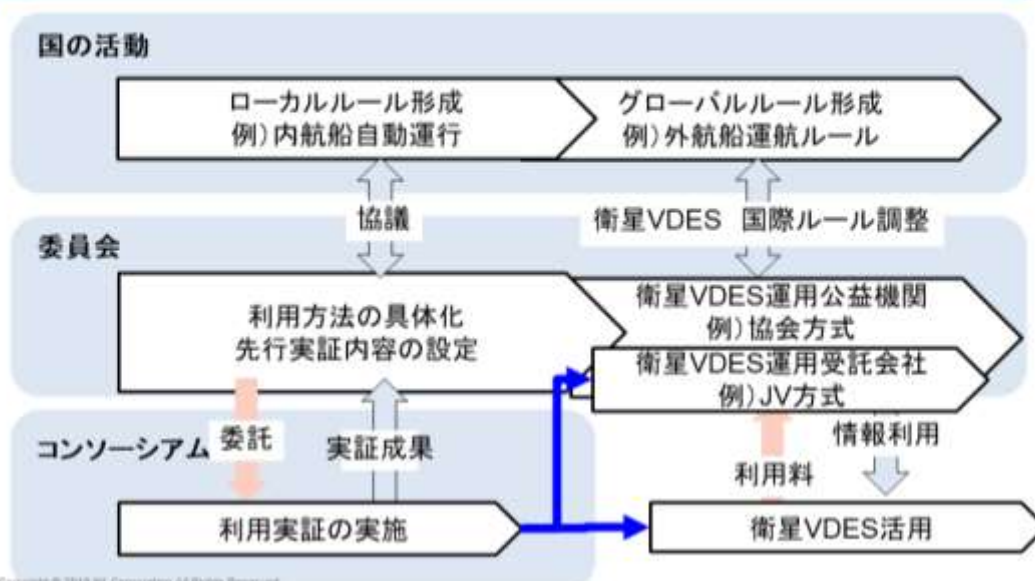


Copyright © 2019 JRI, Corporation All Rights Reserved.

1

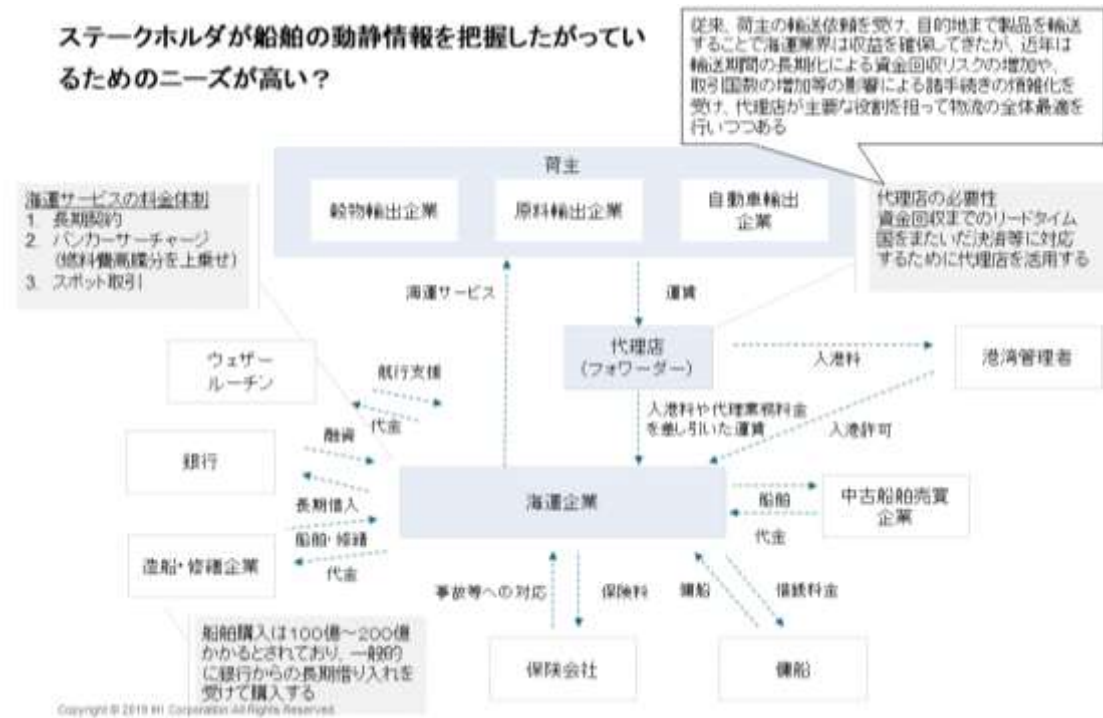
## 日本が先導する衛星 VDES 利用推進の進め方

- 日本が利用実証を先行することで、国際ルール形成の優位なポジションを確保
- ・ ルール形成が求められる公共性の高い分野での先行・・・全船の見える化、自動航行など
  - ・ 技術だけでなく運用全体の実証・・・利用実証衛星打上げ、既存システムの活用でも可



Copyright © 2019 JRI, Corporation All Rights Reserved.

## ビジネスモデル検討の範囲：周辺企業と関係性（物流の場合）



## 海運情報デジタル管理への期待

漁業のグローバル化や海運物流の近代化

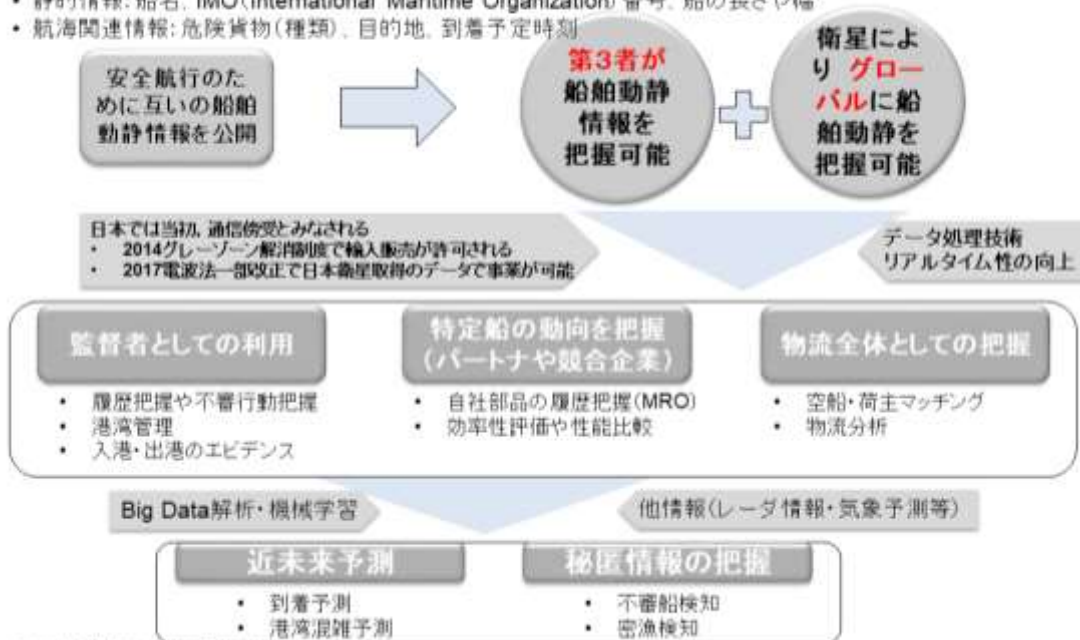
- デジタルによる管理社会: 情報を持つものが支配する世界から、情報を共有し付加価値力で競っていく世界へ変化



## AIS 信号情報の価値

### AIS信号情報

- 動的情報: 位置情報, 対地進路, 対地速度, 船首方位などのコールサイン
- 静的情報: 船名, IMO (International Maritime Organization) 番号, 船の長さや幅
- 航海関連情報: 危険貨物(種類), 目的地, 到着予定時刻



## 現行 AIS の課題

### 主目的(IMO MSC74(69)ANNEX 3)

- ✓ 船舶同士の衝突予防
- ✓ 通過船舶とその積荷情報の把握
- ✓ 船舶運航管理業務支援

### 搭載義務船舶

- ✓ 300総トン数以上の国際航海する船舶
- ✓ 500総トン数以上の非国際航海の船舶
- ✓ 国際航海の全旅客船

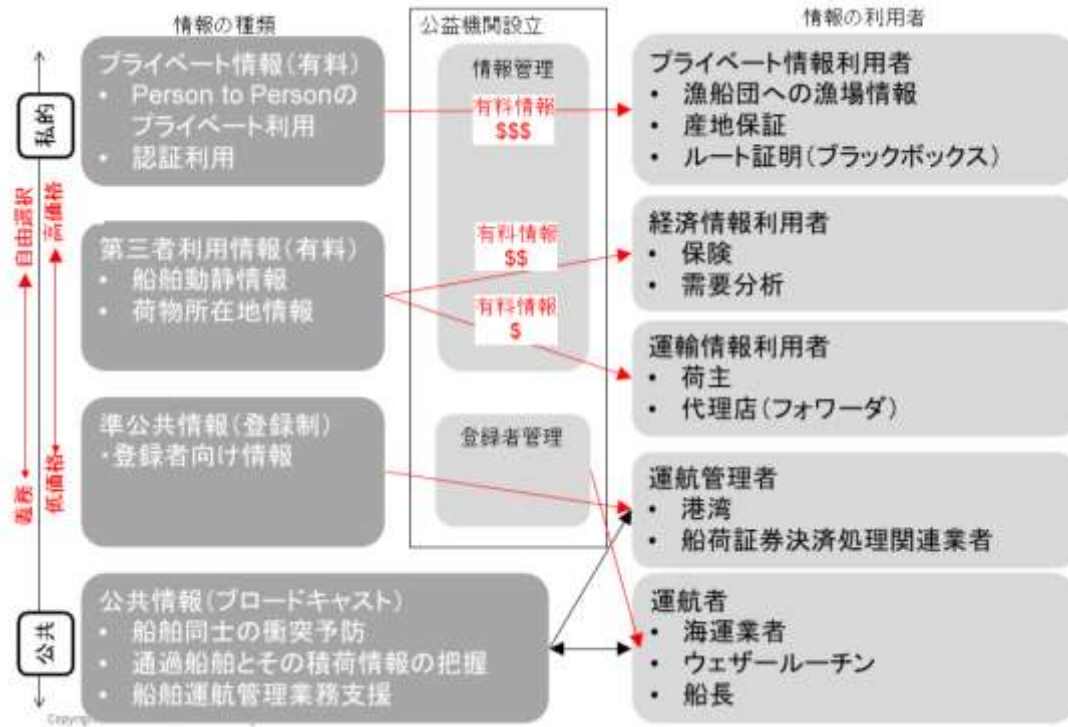
搭載義務の無い船舶向けの簡易型AISもあり

### 利用上の問題点

- ① 船舶に限られる
  - 搭載義務船のみ
- ② データ受信できない地域がある
  - 衛星取得の場合、輻輳域での識別ができない
- ③ 停波できるため、全搭載船舶の動静を把握することは出来ない。
  - 管理側停波: 海上自衛隊の護衛艦や海上保安庁の巡視船、水産庁の漁業取締船等の船艇は職務遂行時に停波
  - 利用者側停波
    - 海賊やシージャックなどにシステムを悪用されるという懸念から、危険海域では停波(臨時的措置)
    - 操業中の大型漁船が漁場の機密を保持する為に停波
- ④ データが正しくない(データ欺瞞)
  - 船員が故意に停波させることも容易、測地系設定が誤っている船舶が位置を誤認させた事による事故が起こっている。

Copyright © 2019 HI Corporation All Rights Reserved.

課金の検討 VDES 情報の階層化 (案)



# 資料編

●	IALA ENAV26 における VDES 関係文書の整理	35
●	Satellite VDES の衛星システムに関する考察の整理	37
●	衛星 VDES 通信プロトコル検討の整理	39
●	衛星 VDES 免許制度の検討の整理	40
●	VDES 関連規則	41

## ● IALA ENAV26 における VDES 関係文書の整理

吉田 公一

### 1. G1139 関係

文書番号	発信者	主な内容
ENAV26-5.1.10.4	中国	VDES network と IP network 間のデータ交信のための VDES network layer protocol の提案
ENAV26-5.1.10.1	中国	G1139 の改正提案
ENAV26-5.1.12	Sternula	G1139 の改正提案

WRC19 による VDES のための VHF チャンネルが拡張されたため、関係する ITU-R の動向も踏まえて、G1139 を改訂する必要がある模様。

対応案：ENAV26 における検討結果を注目する。

協調航法の実現のため、及び OPRI が考えている衛星 VDES サービス実現のため、VDES の Transport layer, Network layer に関して提案する必要があるか、検討を要すると思われる。

### 2. VDES 海上実験関係

文書番号	発信者	主な内容
ENAV26-5.1.10 ENAV26-4.4	中国	渤海最深部の天津港近傍での船陸間 VDES 実験の報告。
ENAV26-5.1.11.0 ENAV26-5.1.110.1	韓国	済州島と木浦間で行われた船陸間 VDES 実験の報告。

### 3. Presentations

文書番号	発信者	主な内容
ENAV26-4.1	Sternula	衛星 VDES のビジネスモデルの紹介。
ENAV26-4.2	OPRI	OPRI の衛星 VDES に関する検討状況提供
ENAV26-4.4	中国	(上の 2.に記述)

E-Navigation 及び/あるいは Smart Shipping に関しては、国際的には IMO 及び ISO (ISOTC8) において議論が進められており、我が国国内においても、スマナビ、自動運航船等の検討の場で議論されている（日本船用工業会等）。これらの構想における衛星 VDES 利用促進のために、これらの動向と連携する必要がある。

## ● 衛星 VDES システム検討の整理

吉田 公一

VDES 衛星通信を現行の IALA-G1139 に依る場合（衛星高度 600km 程度）

Case	通信対象	状況	衛星通信形態	
1	船舶間	船・船間で直接 VHF 通信が可能	不要	
2	船舶間	船・船間で直接 VHF 通信が不可 海上現場通信	1 つの衛星によるリレー通信	衛星から双方の船舶が通信範囲にある場合に可能
3	船陸間	船舶が海岸局からの VHF 通信範囲にある場合（港湾、指定航路帯、海峡、等々）	不要	
4	船陸間	船舶が海岸局からの VHF 通信範囲にない場合	1 つの衛星によるリレー通信	衛星から船舶及び海岸局が通信範囲にある場合に可能
5	船陸間	船舶が海岸局からの VHF 通信範囲にない場合	衛星が船舶及び陸岸局から発信された通信を保持し、通信相手が衛星のカバレッジに入ったら download する場合	発信側及び受信側とも通信待ち時間が長い
6	船陸間	船舶が海岸局からの VHF 通信範囲にない場合	低軌道衛星間で通信をリレーする場合	衛星の数及び軌道により、全世界を常時カバーする場合は、即時通信が可能
7	船陸間	船舶が海岸局からの VHF 通信範囲にない場合	低軌道衛星と高軌道衛星との連携がある場合であって、低軌道衛星が全世界を常時カバーしていない場合	発信側及び受信側とも通信待ち時間が派生するが、ケース 5 よりは改善される
8	船陸間	船舶が海岸局からの VHF 通信範囲にない場合	低軌道衛星と高軌道衛星との連携がある場合であって、低軌道衛星が全世界を常時カバーしている場合	即時通信が可能



事務局注：衛星 VDES の利用用途に関しては総括編 p.9、「衛星 VDES の利用・普及における課題」に記載した。

## ● 衛星 VDES 通信プロトコル検討の整理

吉田 公一

### 通信内容

通信内容		通信形態		通信料金	頻度/優先度
遭難救助要請		衛星 VDES 船陸・船通信	SOLAS/GMDSS では VDES を利用することを 想定していない	無料	
海上安全情報	NAVAREA	衛星 VDES 陸船通信	SOLAS/IV 章 GMDSS による安全情報の配信	無料	IMO の NAVAREA 規定による 高優先
船舶間安全通信	AIS の延長 (相互通信)	衛星を経由し ない VDES、 衛星経由の VDES 海上 現場通信	SOLAS/V 章航行安全で 規定する必要がある。	無料	高優先
船舶情報データ 通信		衛星 VDES 陸船通信	ISOTC8 Smart Shipping でも検討中	有料	
船舶制御通信		衛星 VDES 陸船通信	自律運航船の制御船社に よる航行制御	有料	
船舶一般通信		衛星 VDES 陸船通信		有料	

### 通信プロトコル

IALA G1139

ITU-R M.2092

Random Access Channel: Request of communication ここで、優先順位付けのプロトコルが必要。

## ● 衛星 VDES 免許制度の検討の整理

吉田 公一

衛星 VDES 通信のための免許制度に関しては、国際的にも、国内でも、未だ定まっていない。今後、衛星 VDES 無線局の識別番号等の検討、並びに ITU 規定への適合検討などを行い、各衛星 VDES 無線局が ID を持ち、通信相手を識別した通信が可能になるようにする必要がある。

### 船舶 VDES 無線装置の無線局免許

船舶の種類	無線局免許
SOLAS/V 章対象船 (全船舶、但し、国はその沿岸のみを航行する船舶に関して、別途規定できる)	VDES 通信を航行安全のために SOLAS/V 章の下で使用する場合は、SOLAS 船の他の無線装置と同様に、船舶無線局免許が必要か？ 既存の VHF 無線装置に VDES を組み込めるか、要検討・開発。 ITU の免許制度に従う。
小型船	Class B AIS に相当する簡易衛星 VDES 無線局を設定するよう、提言する必要がある。

### 無線従事者免許

ITU の免許制度に従う。

小型船用の簡易衛星 VDES 船舶局の従事者に対しては、簡易な免許制度、あるいは免許なしで使用できる制度（携帯電話などと同様に）の設立を検討する必要がある。

無線局免許及び従事者免許について、未制定である場合は、どのような制度にすべきかを提言するべきであろう。

## ● VDES 関連規則

宮寺 好男

1. VDES 関連装置の国内規則等整理
2. 参考資料

### 1. VDES関連装置の国内規則等整理

システム	(最大)送信電力 (ITU-R勧告による)	機器検定等	無線局免許	無線従事者免許
船舶自動識別装置 (Class A AIS)	12.5 W	型式検定	要	要(技術操作) 不要(通信操作)
簡易型船舶自動識別装置 (Class B "CS" AIS)	2 W	検定	要	不要
(簡易型船舶自動識別装置) (Class B "SO" AIS)	5 W	(国内未整備)		
VHFデータ交換装置 (VDE地域チャンネル用)	海岸局 50 W 船舶局 25 W	検定	要	要(技術操作) 不要(通信操作)
VDES (ASM)	12.5 W	(未整備、国際規格見直し中)		
VDES (地上VDE、衛星VDE)	6-12.5 W (実調方式に依る)	(未整備、国際規格見直し中)		

技術操作:電源ON/OFF、機器調整、通信設定

通信操作:データの送受信(電話の場合は通話操作)

※技術操作が要求される機器の使用には、最低一名は有資格者の乗船が必要と考えられる。

IECでは、VDES関連の試験規格について、次の2種類を策定する方向の検討をしている。早ければ2022年頃から作業開始?

(1) IEC 61993-5: Class A AIS + ASM+ 地上VDE + 衛星VDE

(2) IEC 62287-5: Class B "SO" AIS + ASM+ 地上VDE + 衛星VDE

(1)について国内法整備の際、上表に従い、Class A AISと同等の扱いとなる可能性が高い。

(2)について、ASM、地上VDE及び衛星VDEの送信電力を5W以下に規定できれば、国内法整備の際に簡易型船舶自動識別装置と同等の整理ができる可能性があるかもしれない。その為には、IECの規格策定をリードするために積極的に関与する必要があると考える。ただし、GMDSSのように遭難、緊急又は安全に関する通信を扱う装置や、国際通信を行う装置となる場合には、無線従事者が必要となる。

## 2. 参考資料

### 2.1 電波法令 (1/3)

#### 電波法(抜粋)

##### (無線設備の操作)

第三十九条 第四十条の定めるところにより無線設備の操作を行うことができる無線従事者(義務船舶局等の無線設備であつて総務省令で定めるものの操作については、第四十八条の二第一項の船舶局無線従事者証明を受けている無線従事者、以下この条において同じ。)以外の者は、無線局(アマチュア無線局を除く。以下この条において同じ。)の無線設備の操作の監督を行う者(以下「主任無線従事者」という。)として選任された者であつて第四項の規定によりその選任の届出がされたものにより監督を受けなければ、無線局の無線設備の操作(簡易な操作であつて総務省令で定めるものを除く。)を行つてはならない。ただし、船舶又は航空機が航行中であるため無線従事者を補充することができぬとき、その他総務省令で定める場合は、この限りでない。

2 モールス符号を送り、又は受ける無線電信の操作その他総務省令で定める無線設備の操作は、前項本文の規定にかかわらず、第四十条の定めるところにより、無線従事者でなければ行つてはならない。

(※ 電波法施行規則第三十三条)

(※ 電波法施行規則第三十四条の二)

(目的外使用の禁止等) (※ 通称通信等の定義を参照するために引用)

第五十二条 無線局は、免許状に記載された目的又は通信の相手方若しくは通信事項(特定地上基幹放送局については放送事項)の範囲を超えて運用してはならない。ただし、次に掲げる通信については、この限りでない。

一 遭難通信(船舶又は航空機が重大かつ急迫の危険に陥つた場合に遭難信号を前置する方法その他総務省令で定める方法により行う無線通信をいう。以下同じ。)

二 緊急通信(船舶又は航空機が重大かつ急迫の危険に陥るおそれがある場合その他緊急の事態が発生した場合に緊急信号を前置する方法その他総務省令で定める方法により行う無線通信をいう。以下同じ。)

三 安全通信(船舶又は航空機の航行に対する重大な危険を予防するために安全信号を前置する方法その他総務省令で定める方法により行う無線通信をいう。以下同じ。)

(※ 電波法施行規則第三十四条の二)

## 2. 参考資料

### 2.1 電波法令 (2/3)

#### 電波法施行規則(抜粋)

##### (簡易な操作)

第三十三条 法第三十九条第一項本文の総務省令で定める簡易な操作は、次のとおりとする。ただし、第三十四条の二各号に掲げる無線設備の操作を除く。

二 法第二十七条の二に規定する特定無線局(同条第一号に掲げるもの(航空機地球局にあつては、航空機の安全運航又は正常運航に関する通信を行わないものに限る。)に限る。)の無線設備の通信操作及び当該無線設備の外部の転換装置で電波の質に影響を及ぼさないものの技術操作 (※ 包括免許の局)

三 次に掲げる無線局の無線設備の操作で当該無線局の無線従事者の管理の下に行うもの

(1) 船舶局(船上通信設備、双方向無線電話、船舶航空機同方向無線電話、船舶自動識別装置(通信操作を除く。))及びVHFデータ交換装置(通信操作を除く。)に限る。

(2) 船上通信局

四 次に掲げる無線局(特定無線局に該当するものを除く。)の無線設備の通信操作

(1) 陸上に開設した無線局(海岸局(2)に掲げるものを除く。)、航空局、船上通信局、無線航行局及び海岸地球局並びに次号(4)の航空地球局を除く。

(2) 海岸局(船舶自動識別装置及びVHFデータ交換装置に限る。)

(3) 船舶局(船舶自動識別装置及びVHFデータ交換装置に限る。)

(4) 船舶地球局(船舶自動識別装置に限る。)

六 次に掲げる無線局(法第四条第二号の適合表示無線設備(以下「適合表示無線設備」という。))のみを使用するものに限る。の無線設備の外部の転換装置で電波の質に影響を及ぼさないものの技術操作

(5) 無線標定陸上局その他の総務大臣が別に告示する無線局

七 次に掲げる無線局(特定無線局に該当するものを除く。)の無線設備の外部の転換装置で電波の質に影響を及ぼさないものの技術操作で他の無線局の無線従事者(他の無線局が外国の無線局である場合は、当該他の無線局の無線設備を操作することができる法第四十条第一項の無線従事者の資格を有する者であつて、総務大臣が告示で定めるところにより、免許人が当該技術操作を管理する者として総合通信局長に届出たものを含む。)に管理されるもの

(6) 航空機地球局、携帯移動地球局その他の総務大臣が別に告示する無線局

八 前各号に掲げるもののほか、総務大臣が別に告示するもの

## 2. 参考資料

### 2.1 電波法令 (3/3)

#### 電波法施行規則(抜粋)

##### (無線従事者でなければ行つてはならない無線設備の操作)

第三十四条の二 法第三十九条第二項の総務省令で定める無線設備の操作は、次のとおりとする。

- 一 海岸局、船舶局、海岸地球局又は船舶地球局の無線設備の通信操作で遭難通信、緊急通信又は安全通信に関するもの
- 四 前各号に掲げるもののほか、総務大臣が別に告示するもの

#### 告示(抜粋)

##### ○電波法施行規則第三十三条の規定に基づく無線従事者の資格を要しない簡易な操作

(平成二年四月二十七日)(郵政省告示第二百四十号)

電波法施行規則(昭和二十五年電波監理委員会規則第十四号)第三十三条の規定に基づき、無線従事者の資格を要しない簡易な操作を次のように定め、平成二年五月一日から施行する。

- 一 施行規則第三十三条第六号(五)の総務大臣が別に告示する無線局は、次のとおりとする。(※ VDES関連の該当局なし)
- 二 施行規則第三十三条第七号(六)の総務大臣が別に告示する無線局は、次のとおりとする。(※ VDES関連の該当局なし)
- 三 施行規則第三十三条第八号の総務大臣が別に告示する簡易な操作は、次のとおりとする。

1. 次に掲げる無線設備の操作

(五) 設備規則第四十五条の三の五に規定する無線設備 (※ VDR&VDS-VDRのEPIRB)

(七) 簡易型船舶自動識別装置

##### ○電波法施行規則第三十四条の二第二号の規定に基づく無線従事者でなければ行つてはならない無線設備の操作

(平成十六年三月三十日)(総務省告示第二百八十七号)

電波法施行規則(昭和二十五年電波監理委員会規則第十四号)第三十四条の二第二号の規定に基づき、無線従事者でなければ行つてはならない無線設備の操作を次のように定め、平成十六年四月一日から施行する。(中略)

国土交通省所属の地球局、航空地球局及び人工衛星局、国土交通省又は成田国際空港株式会社所属の航空局並びに国土交通省、地方公共団体、成田国際空港株式会社、関西国際空港株式会社又は中部国際空港株式会社所属の無線標操局及び無線航行陸上局であつて、航空機の航行の安全確保の用に供するものの無線設備の操作

## 2. 参考資料

### 2.2 国際規則(無線通信規則(RR: Radio Regulations))

#### Radio Regulations

##### ARTICLE 47

##### Operator's certificates

##### Section I - General provisions

##### 47.1 (SUP - WRC-03)

47.2 § 1. 1) The service of every ship radiotelephone station, ship earth station and ship station using the frequencies and techniques for GMDSS, as prescribed in Chapter VII, shall be controlled by an operator holding a certificate issued or recognized by the government to which the station is subject. Provided the station is so controlled, other persons besides the holder of the certificate may use the equipment. (WRC-07)

##### 47.3 (SUP - WRC-03)

47.4 2) Nevertheless, in the service of radiotelephone stations operating solely on frequencies above 30 MHz, each government shall decide for itself whether a certificate is necessary and, if so, shall define the conditions for obtaining it.

47.5 3) The provisions of No. 47.4 shall not, however, apply to any ship station working on frequencies assigned for international use.

#### 無線通信規則

##### 第47条 通信士の証明書

##### 第1節 総則

##### 47.1 (WRC-03削除)

47.2 § 1. 1) すべての船舶無線電話局、船舶地球局及び第七章に定めるGMDSSのための周波数及び技術を使用する船舶局の業務は、局の属する政府が発給し又は承認した証明書を有する通信士が管理しなければならない。局がこのような管理されるときは、証明書を有する者以外の者も、その機器を使用することができる。(WRC-07)

##### 47.3 (WRC-03削除)

47.4 2) もっとも、もつと30 MHzを超える周波数で運用する無線電話の業務については、各政府は、証明書が必要であるかどうかを各自決定しなければならない。必要なときは、その取得条件を定めなければならない。

47.5 3) もっとも、第47.4号の規定は、国際的使用のために割り当てられた周波数で運用する船舶局には適用してはならない。



# 衛星 VDES 技術 WG

## 成果報告書

2021 年 3 月 24 日

公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所

衛星 VDES 委員会

技術ワーキンググループ





# 目次

はじめに .....	49
技術 WG 会議の履歴（第 1 回～第 6 回） .....	49
1. WG の検討事項 .....	50
2. 衛星 VDES システムの検討 .....	52
2.1 VDES 衛星 .....	52
2.2 衛星軌道、衛星数と通信可能性の検討 .....	56
2.2.1 低軌道衛星系の検討 .....	57
2.2.2 赤道上軌道 .....	61
2.2.3 東京上空を通過する軌道傾斜角を有する軌道 .....	65
2.2.4 長楕円軌道衛星系の検討及びその他の検討 .....	67
2.2.5 東京上空で高高度を飛行する楕円軌道 .....	72
2.3 地上局及び通信システム .....	75
2.4 船舶局 .....	76
2.4.1 IMO における VDES の道筋 .....	76
2.4.2 小型船での利用と適用 .....	79
2.5 国際的動向 .....	80
2.5.1 SAAB .....	80
2.5.2 MARIOT（デンマーク） .....	80
2.5.3 STERNULA（デンマーク） .....	80
2.5.4 Space Norway（ノルウェー） .....	81
3. 衛星 VDES の通信内容 .....	84
3.1 ITU-R 及び IALA の VDES 技術基準 .....	84
3.2 衛星 VDES 利用実現のための検討 .....	85
3.2.1 VDES 衛星通信と地上通信 .....	85
3.2.2 船陸間通信の標準化 .....	86
4. 衛星 VDES に関わる法制度 .....	90
4.1 無線局免許と無線従事者資格 .....	90
4.2 将来展望と課題 .....	91
5. 衛星 VDES の実証実験 .....	93
5.1 実証実験の目的の検討 .....	93
5.2 実証実験計画の検討 .....	93
5.3 実証実験の実施形態 .....	94
6. 衛星 VDES 国際機構 .....	95
6.1 衛星通信国際機構の事例 .....	95
6.2 衛星 VDES 国際機構に関する考察 .....	96
まとめ .....	98
おわりに .....	98



## はじめに

当衛星 VDES 委員会では、衛星 VDES のデータ通信サービスを我が国が主導的に開発する方途を検討することとなった。そのために、衛星 VDES 通信に関わる技術的な検討を推進するため、同委員会はその傘下に技術ワーキンググループ（技術 WG）を設置した。技術 WG では、衛星 VDES のインフラストラクチャ（衛星、地上局、船舶局）、通信方法及び通信のための免許制度、衛星 VDES システムの実証実験、衛星 VDES データ通信を実現するための国際機構の方途を検討した。

## 技術 WG 会議の履歴（第 1 回～第 6 回）

技術 WG は、以下の日程で、会合をリモートで開催した。

- 第 1 回：令和 2 年 9 月 9 日
- 第 2 回：令和 2 年 10 月 21 日
- 第 3 回：令和 2 年 11 月 25 日
- 第 4 回：令和 2 年 12 月 22 日
- 第 5 回：令和 3 年 1 月 20 日
- 第 6 回：令和 3 年 2 月 17 日

## 1. WG の検討事項

令和2年9月3日に開催された衛星 VDES 委員会の第1回会合において、同委員会は、以下の作業を行うよう、技術WGに指示した。

### (1) 衛星 VDES 設備関係

- ・ VDES 衛星システムの検討（機能、軌道、数、衛星間通信等、必要に応じて）

諸外国における VDES 衛星への取り組みの現状及び将来計画を勘案し、また、国内における小型衛星及びその打上げ機の開発状況及び既存の調査研究成果を踏まえ、VDES 衛星の種類（Geosynchronous、高軌道、中軌道、低軌道等）、衛星数、飛来頻度等を検討し、国際的・実用的 VDES 衛星システム案を検討して提案する。

- ・ 地上局の検討

諸外国における衛星 VDES システムにおける地上局への取り組みの現状及び将来計画を勘案し、地上局の機能（衛星制御（uplink, downlink）、地上局間通信、地上局と各国海上保安主管庁との通信方法・通信網等の在り方を検討する。

- ・ 船舶局の検討

IALA 及び ITU の VDES に関する既存の技術基準（地上通信系統用等）並びに諸外国における衛星 VDES システムの船舶局の現状及び将来計画を勘案し、VDES を衛星システムとして使用するための船舶局の技術基準を検討する。

### (2) 衛星系 VDES 通信

IALA 及び ITU の VDES に関する既存の技術基準（地上通信系統用等）並びに IMO の海上安全通信ガイドライン等を勘案し、以下に示すような衛星 VDES 通信のプロトコルを検討する。

- ・ 無線信号プロトコル（IALA, ITU 基準あり）、衛星通信のための性能等
- ・ 入出力フォーマット（IMO: NAVALEA standard, MSC standard, Port entry format, etc.）
- ・ 義務通信（海上安全情報(MSI)等）と commercial 通信の住み分け

### (3) 衛星 VDES 実証実験

- ・ 参加国・組織（ノルウェー、豪、シンガポール、カナダ、太平洋島嶼国、等）との連携を推進する。
- ・ 実証実験計画を策定する（船舶局、衛星、地上局、実験海域、参加者、データ取得・記録、等）。
- ・ 実証実験の実施を推進する。
- ・ 実証実験の結果の取りまとめと発信案を策定する（IALA、IMO、WRC、ITU、国内、等）。

### (4) 衛星 VDES 国際機構の構想の立案

国際衛星 VDES 機構（仮称）の体制案、運営方法案、連携方法案など以下事項を、既存の国際機構の形態を踏まえて検討する。

- ・ 機構の構成・組織・運営・所在
- ・ 参加国の義務、任務（宇宙部分、地上部分、etc.）

## 2. 衛星 VDES システムの検討

### 2.1 VDES 衛星

VDES 機能を搭載する衛星としては現在、Norwegian Space Agency が所有し運用している NORSAT-2 の 1 機が稼働している。その仕様は表 2-1 に示す通りである。Space Norway は、この NORSAT-2 上の VDES ペイロードを使用して、VDES 衛星通信を行っている。NORSAT-2 の軌道を図 2-1 に示す。NORSAT-2 との交信可能時間は図 2-2 に示すように、約 97 分ごとに約 11 分間である。

表 2-1 NORSAT-2 仕様 (Space Norway 提供)

Bus and antenna manufacturer	UTIAS/SFL
Polar orbit (SSO)	600 km altitude
Attitude control	3 axes stabilized
Solar power generation	56 W peak
Spacecraft mass	16.7 kg
Satellite body size	20 x 30 x 40 cm
Mass of AIS payload	1.3 kg
Mass of VDES instrument	1.5 kg
Mass of antenna	0.3 kg
VDES transmit duty cycle	10% of orbit, adjustable
VDES receive band	157.1875-157.3375 MHz
VDES transmit RF power	1 W linear (28 dB C/I <sub>3</sub> )
VDES transmit band	161.7875-161.9375 MHz
Feeder link	S-band, 1 Mbit/s in both directions
Payload technology	Software Defined Radio (initial software is Arbitrary Waveform Generator)
Yagi antenna size	800 x 975 mm
Peak antenna gain	8.0 dBi
AIS payload manufacturer	Kongsberg Seatex
VDES payload manufacturer	Kongsberg Seatex

Satellite owner	NSC (Norwegian Space Center)
AIS payload user	Norwegian Coastal Authority
VDES payload owner	Space Norway

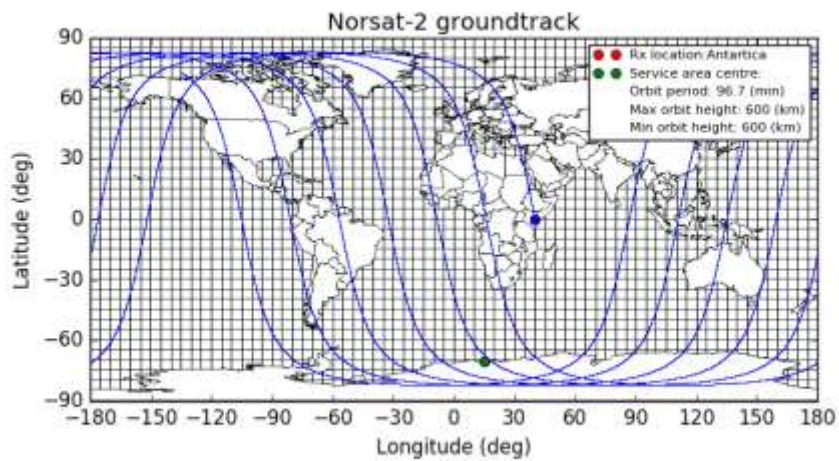


图 2-1 Global part time coverage of NORSAT-2

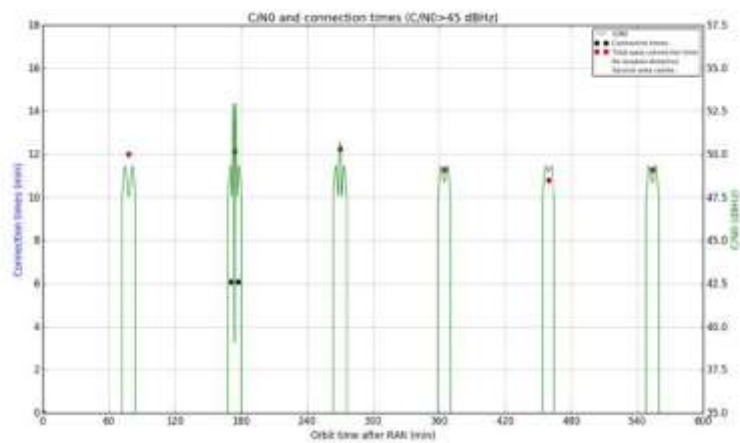


图 2-2 Link available 11 min. every 97 minutes



NORSAT-2には八木アンテナが搭載されており、その特性は Report ITU-R M.2435-0 FIGURE 9 に提示されている (図2-3)。

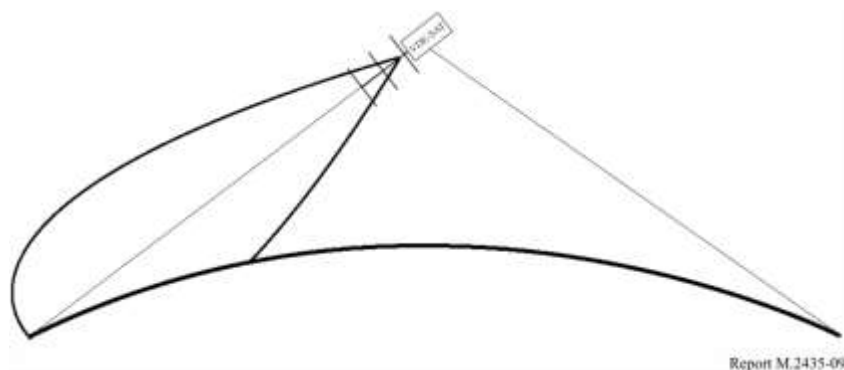


図2-3 NARSAT-2 八木アンテナの地上カバレッジ (Report ITU-R M.2435-0 FIGURE 9)

Norwegian Space Agency は、NORSAT-3 の仕様を、表 2-2 のように発表している。

表 2-2 NORSAT-3 の予定主要目 (Space Norway 提供)

Design Characteristic / Performance Metric	Value
Spacecraft mass	16.0 kg
Bus dimensions - without array	0.44 x 0.27 x 0.2 m
Bus dimensions - with array	0.62 x 0.56 x 0.33 m
Peak Power Generation (end-of-life)	48 W
Energy storage	108 Whr
Command uplink	S-band, 32 kbit/s
Data downlink	S-band, up to 2 Mbit/s

NORSAT の VDES ペイロードは、Kongsberg 社が開発製造している。次の NORSAT-3 及び NORSAT-4 へ搭載する VDES ペイロードはすでに開発されているようで、外観が公表されている (図 2-4)。

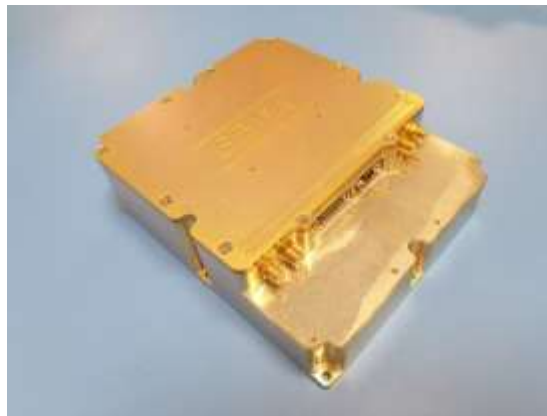
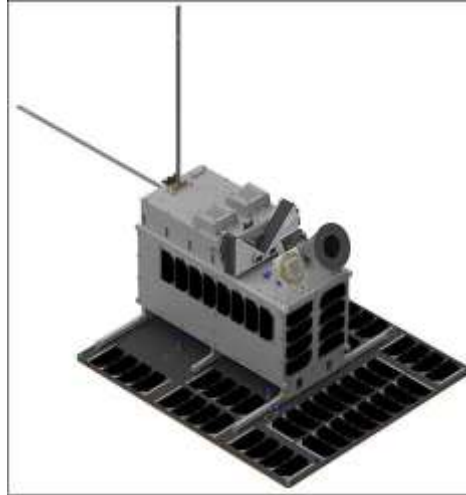


図2-4 NORSAT-3のイメージ（上）とKongsbergが示すVDESペイロードNAIS receive（下）

IALA G1139 では、VDES のための衛星は、高度 600km の低軌道衛星（LEO）を想定しており、その地上カバレッジは 2830km（3000km）としている。衛星の対地上飛行速度は約 8km/s である。

我が国が将来、VDES用の衛星を運用する場合、既に開発済みのVDES衛星を調達して、我が国で打ち上げることが考えられる。これは、新たにVDES衛星を開発することは、相当の開発費用と労力が必要となると考えられるためである。

VDES衛星の軌道及び数と、日本における通信可能時間に関しては、次節に検討結果を述べる。

VDES衛星を軌道へ打ち上げるロケットに関しては、極軌道へ打ち上げる場合はJAXAのH2等の打ち上げに際して相乗りして軌道へ投入することが考えられ、打ち上げ費用の節約が図られる。高い傾斜角を持つ低軌道周回衛星あるいは赤道上の低軌道周回衛星を目指す場合は、そのような軌道への衛星打ち上げが限定的であろうから、相乗り打ち上げを探すことに困難を生じると考えられる。

我が国でVDES衛星ペイロードを将来提供する場合のもうひとつの方途として、VDESペイロード及びそのバックアップを、現在計画中の低極軌道衛星へ搭載することの可能性を検討することもできる。例えば、VDES衛星のベースとして、以下に示すアクセルスペースの100kg級光学リモートセンシング衛星のバス機能を活用し、VDESペイロード+サブペイロードを搭載することが考えられる

(図2-5)。



図2-5 100kg 級光学リモートセンシング衛星

これらの衛星におけるVDES通信用のアンテナとしては、NORSAT-2が搭載している八木アンテナではなく、Report ITU-R M.2435-0が示しているIsoflux antenna（等放射アンテナ）の利用も検討する必要があるだろう。このアンテナ利得に関しては、Report ITU-R M.2435-0に記述がある（図2-6）。

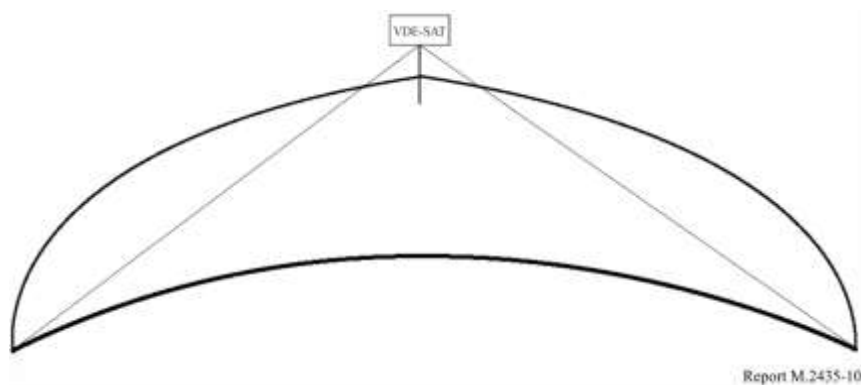


図2-6 Report ITU-R M.2435-0 Figure 10 Isoflux antenna coverage

## 2.2 衛星軌道、衛星数と通信可能性の検討

VDES 衛星の軌道検討にあたり G1139 に規定される通信仕様により、この規定に適合する通信距離 600 km～3000 kmを可能とした低軌道に衛星を配置した衛星系を検討した。また、当該仕様を見直

した際に考えられる長楕円軌道に衛星を配置した場合の通信可能時間に関して検討した。

通信可否の条件は衛星と観測点が①通信可能距離に入っているか、②直線的な視野角に入っているか（ただし、山等の地形は考慮しない）の2点となる。評価は指定された目標点が、単位時間当たりどの程度の通信時間が確保できるか、また、連続的な通信時間がどの程度確保できるかについて検証した。また、基準観測点は特に断りのない限り、オスロ（ノルウェー）：N59.9 E10.7、東京（日本）：N35.7 E140.0、マラッカ（マラッカ海峡ベナン沖）：N5.0 E99.0 を利用している。

## 2.2.1 低軌道衛星系の検討

本節には現在運用が行われている NORTSAT-2 の軌道を中心として、G1139 に準拠する通信環境を利用した場合の軌道検討を行った。

### ・NORSAT-2

#### 計算条件

離心率：0.001553 周回数：14.92 回/日 軌道系射角：97.5 deg

昇交点赤経：223.8 deg 近点引数：46.38 deg

計算時間：1 day (86400 sec) 時間分解能：30 sec

通信距離 ～3000 km

図 2-7 は慣性座標での NORSAT-2 の軌道、図 2-8 はその 24 時間グラントレースを示している。極軌道に近い軌道のため地球の自転に合わせて徐々にトレース範囲を変えている。

図 2-9 は同衛星のオスロとの通信可能エリア、図 2-10 は衛星とオスロ間の通信可否、通信距離である。オスロでの 1 日の通信可能時間は 6.88%、最大連続通信時間は 12.5min が 2 回、10min 以上の通信機会は 6 回である。

図 2-11 は同衛星の東京との通信可能エリア、図 2-12 は衛星と東京間の通信可否、通信距離である。東京での 1 日の通信可能時間は 3.75%、最大連続通信時間は 12.5min が 2 回、10min 以上の通信機会は 3 回である。

また、図 2-13 は NORSAT-2 を 60 機等間隔で同一軌道に投入した時の通信可能衛星数を示している。60 機同一軌道に投入することにより、オスロでは 1 日の内 91.5%、東京では 72.2% の通信が可能となる。また、オスロでは半日程度の連続通信可能時間が確保される。東京では 24 分周期で上空に衛星が通過することになり、24 分中最大 21 分の連続通信時間が確保され、最小の通信不能時間は 24 分中 11 分（その 24 分中の 13 分は通信可能）である。

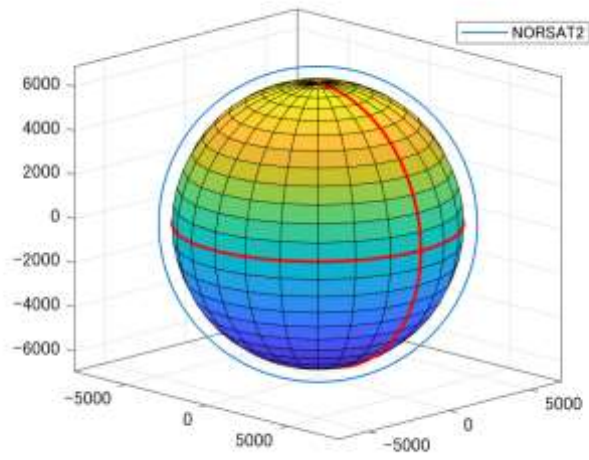


図2-7 NORSAT-2 軌道

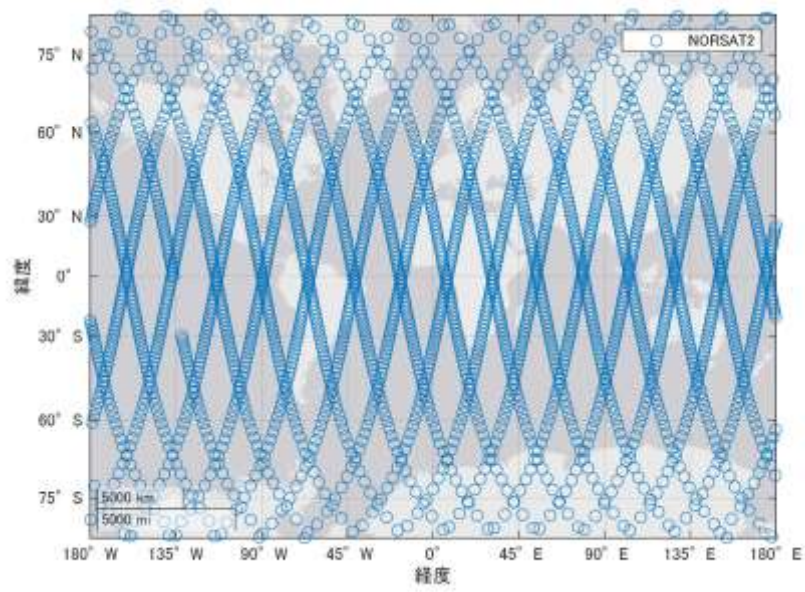


図2-8 NORSAT-2 グラントレース

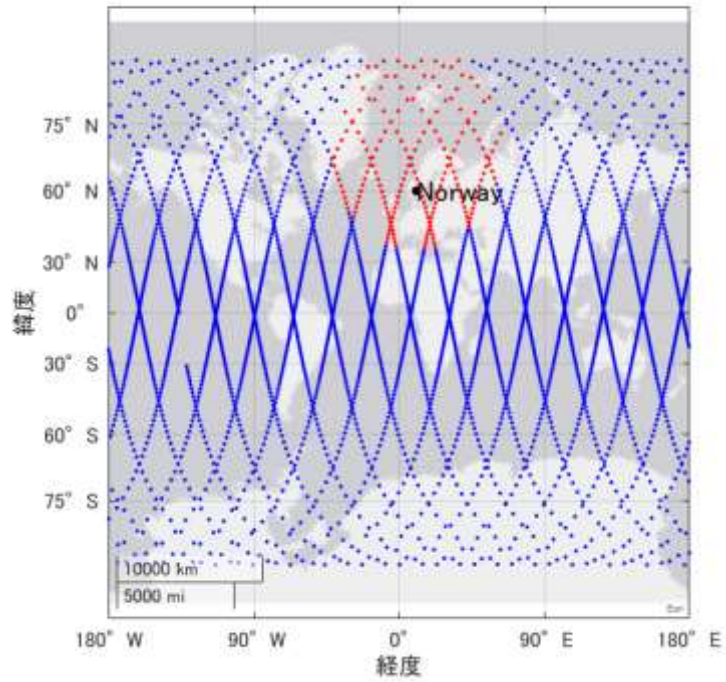


図 2-9 NORSAT-2 オスロとの通信可能範囲

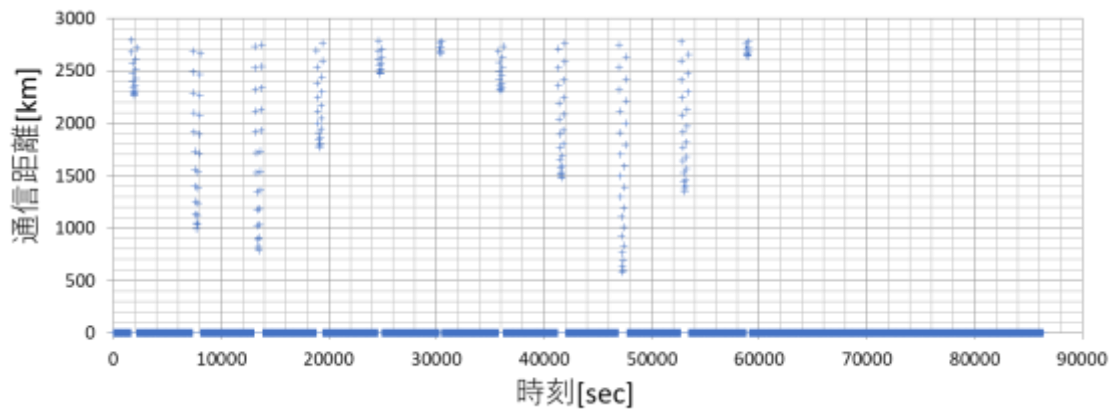


図 2-10 NORSAT-2 オスロとの通信履歴

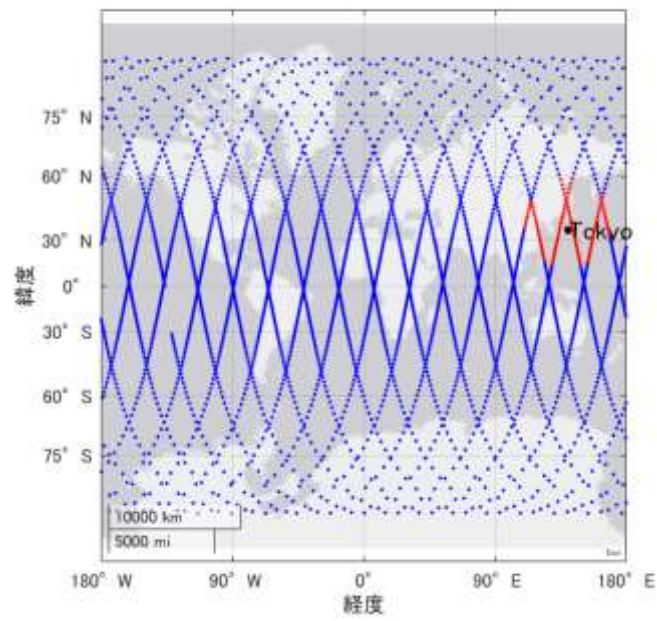


図2-11 NORSAT-2 東京との通信可能範囲

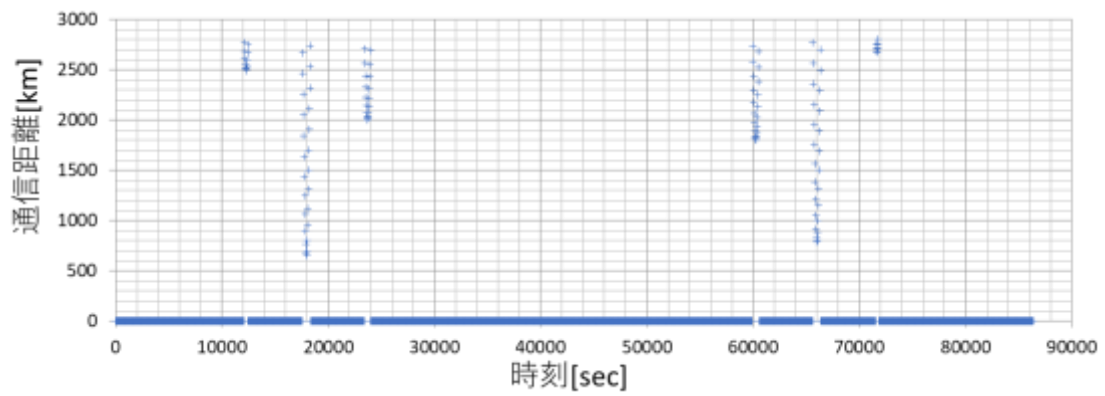


図2-12 NORSAT-2 東京との通信履歴

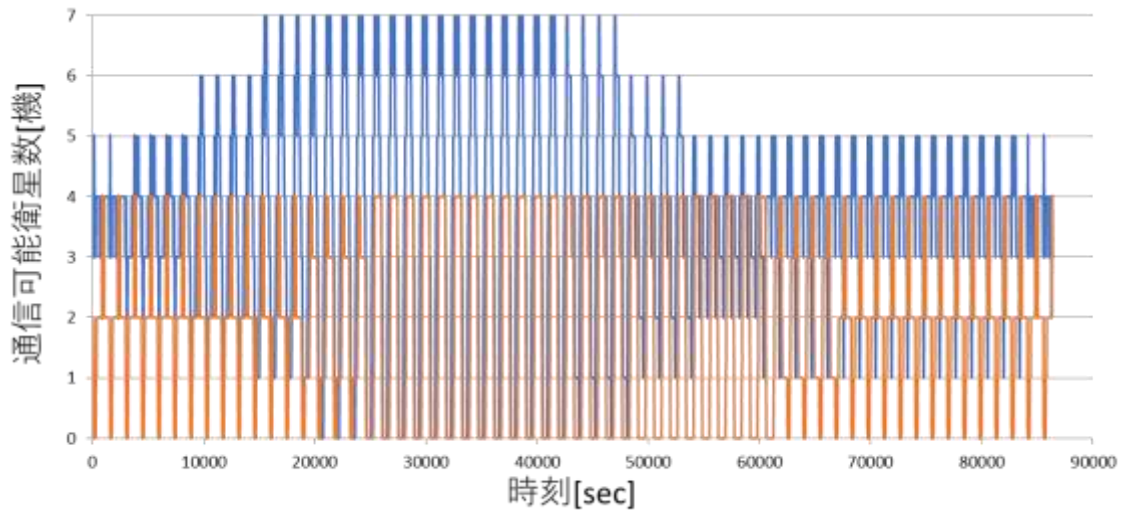


図2-13 NORSAT-2 60機投入時の オスロ (青)・東京 (オレンジ) との通信可能衛星数

## 2.2.2 赤道上軌道

計算条件

軌道高度：600 km

計算時間：12 hour (43200 sec) 時間分解能：30 sec

通信距離 ～3000 km

図2-14 は赤道上を高度600 kmで飛ぶ衛星の軌道、図2-15 はその12時間のグランドトレースおよび通信可能範囲を示している。基準観測点はマラッカに設定している。赤道上を周回するため、グランドトレースを見ると直線であり、1日で地球をおおよそ15回弱(12時間で7回強)回る軌道である。

図2-16 は12時間のマラッカとの通信距離を示したもので、衛星はおおよそ104分周期でマラッカ上空に現れ、14分程度ずつの通信が可能となる。通信可能割合は13.1%程度の通信時間が確保される。

図2-17 には衛星投入機数と時間に対する通信可能割合を示したものである。投入機数は、その数に合わせ、均等に配置されている。軌道の特性上、通信可能割合と衛星数は比例の関係にあり、7機の投入で91%、8機で100%となる。図2-18 は仮に9機投入した際の通信可能衛星数を示しており、常時最低1機の衛星が上空にあり、安定した通信が確保される。また、設定緯度はN5.0としており、赤道付近のどの地域でも同じような結果が現れる。例えばスリランカ沖、ソマリア沖、ギニア湾などでも安定した通信が確保されることが期待できる。



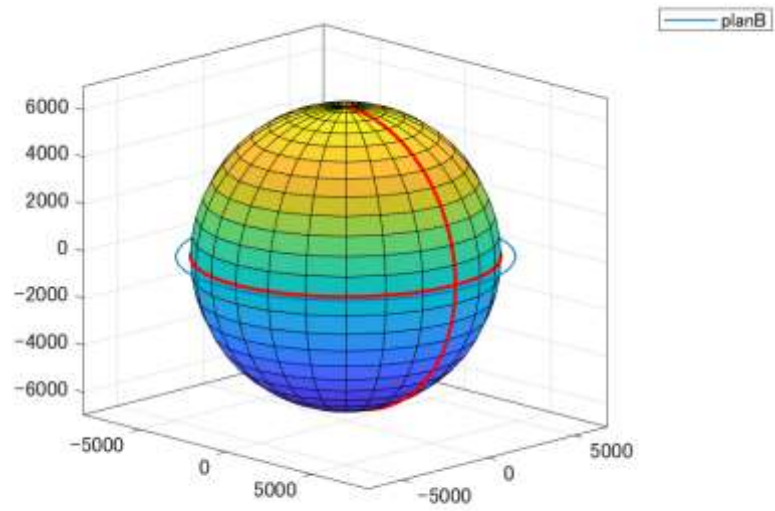


図2-14 赤道上軌道 軌道

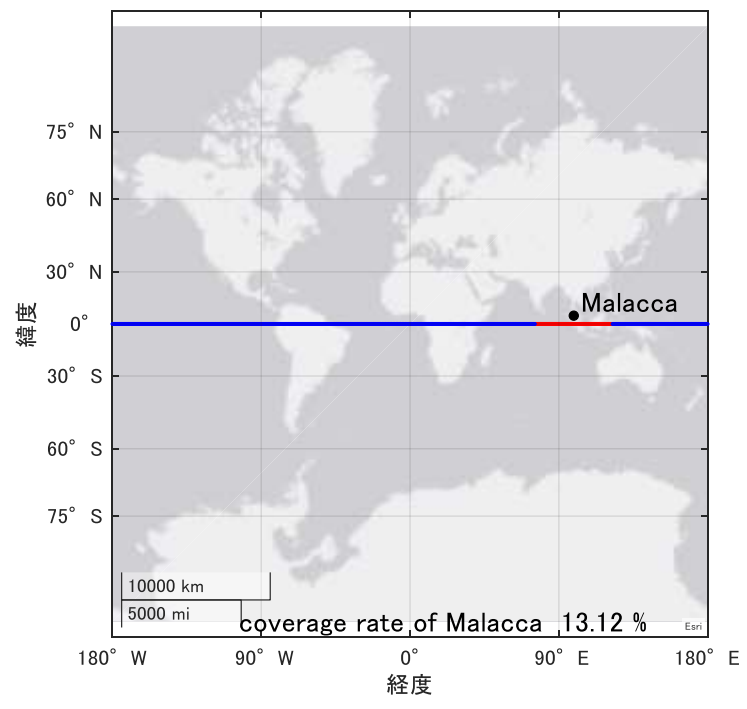


図2-15 赤道上軌道 グラントレースと通信可能範囲

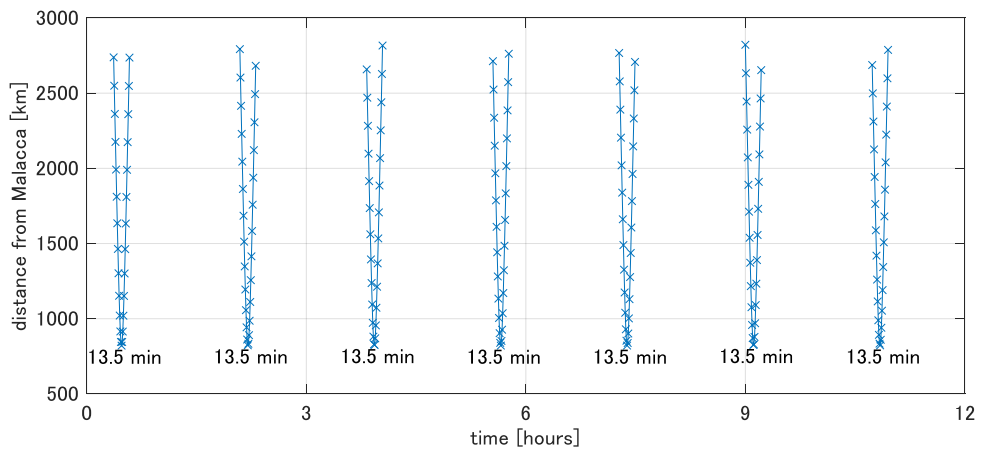


図2-16 赤道上軌道 マラッカとの通信履歴

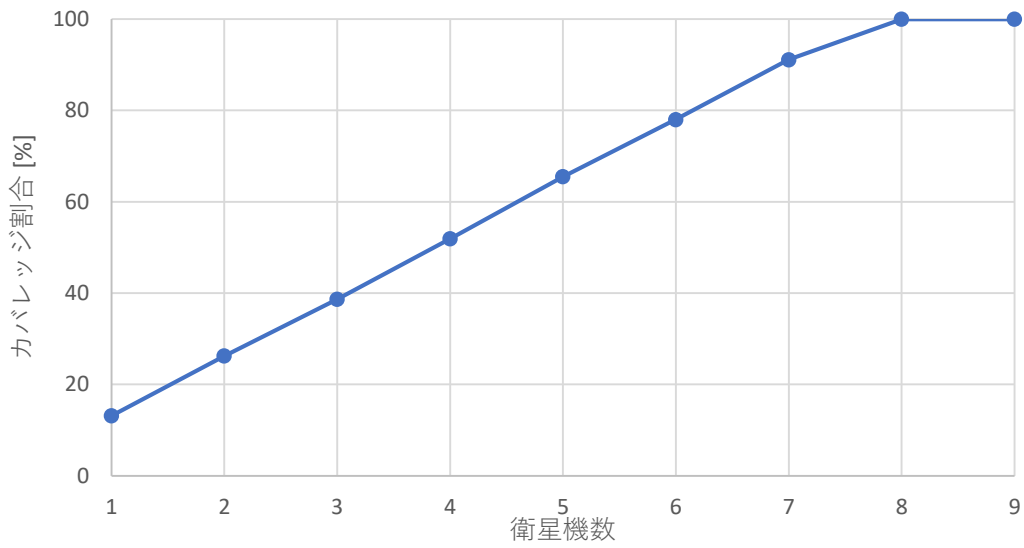


図2-17 赤道上軌道 衛星投入数とカバレッジ率

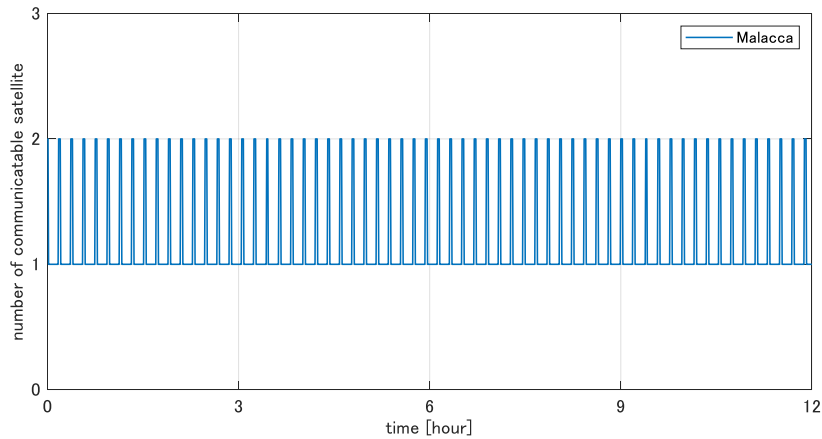


図2-18 赤道上軌道 9機投入時のマラッカにおける通信可能衛星数

図 2-19 は高度による変化を見るために、高度を 1000 km まで上昇させた軌道への投入をした衛星による通信履歴である。なお、通信環境の制約として通信可能範囲は 3000 km に規制している（可視範囲はより広がっている）。周回速度が遅くなるため、600 km に対して、周回回数が減るものの、1 回ごとの通信時間は 15 分程度と 1 割ほど長くなっている。

図 2-20 は赤道上軌道の高度を 600 km～1500 km まで 100 km おきに变化させたときの、通信可能時間の割合を示している。低高度では可視範囲が広がることに伴い、通信可能割合が徐々に増えるが、通信可能距離の最大値を 3000 km にしているため、その後は減少傾向を示している。通信可能距離がより長い場合は徐々にこの値は増加し、最終的に静止軌道に到達した際に漸近的に 100% となる。今回のケースでは 800 km の高度での配置が最適であることが読み取れるが、横線にひかれている灰色：7 機、橙色：8 機は 100% となるための必要衛星数を示しており、この線を超えない限りは、衛星群としての性能は大きく変わらないことも読み取れる。

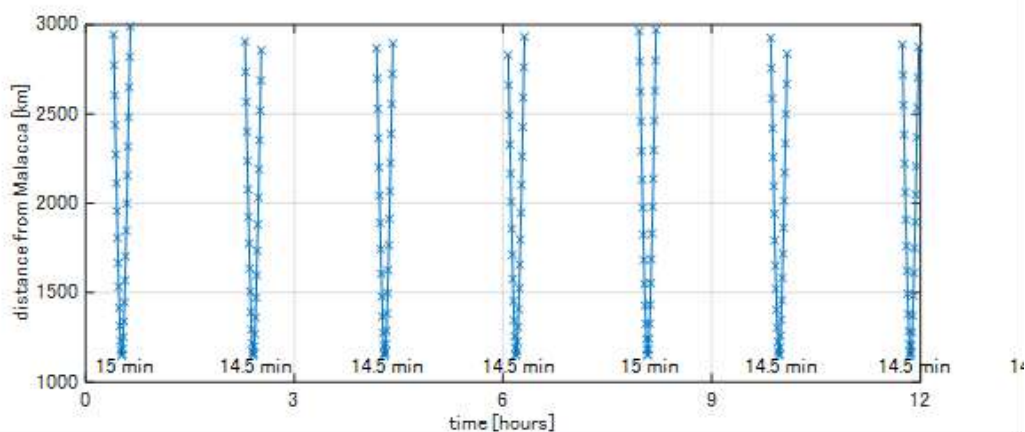


図2-19 赤道上軌道 マラッカとの通信履歴（高度 1000 km）

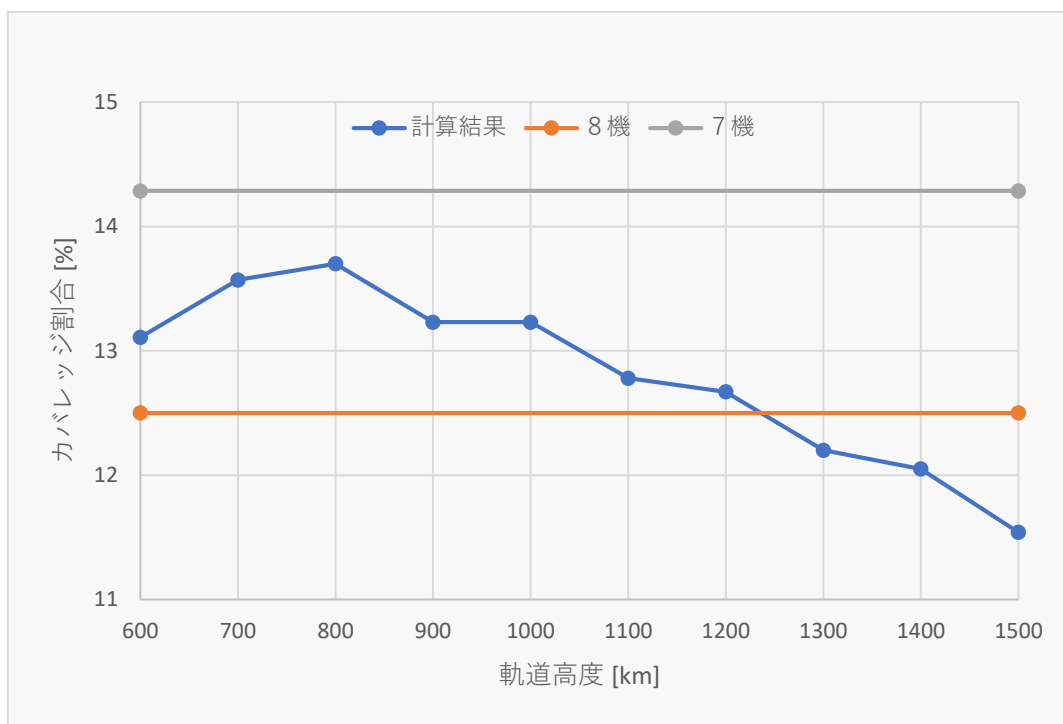


図 2-20 赤道上軌道 マラッカとの通信可能割合 (高度変化)

### 2.2.3 東京上空を通過する軌道傾斜角を有する軌道

#### 計算条件

離心率：0 周回数：14 回/日 (高度 894.1 km) 昇交点赤経：0 deg

軌道傾斜角：50 deg 近点引数：0 deg

計算時間：1 day (86400 sec) 時間分解能：30 sec

通信距離 ～3000 km

本軌道は東京上空を通過する軌道傾斜角 50° の軌道の内、1 日で 14 回の周回を行う回帰軌道となっている。

図 2-21 は本軌道の軌道図、図 2-22 はグラントレースおよび通信可能範囲を示している。基準観測点は東京に設定している。図 2-23 は東京都の通信可能履歴であり、通過する軌道により連続通信時間が大きく異なることが見て取れる。1 日の内、通信可能時間は 6.14% となり、0 時に緯度経度ともに 0 から始まる場合は 15 時～25 時の範囲に集中して東京上空を通過する軌道となる。その期間は通信可能時間が 10% を超えるため、10 機程度追いかける軌道を設計すれば、半日ほどの継続通信も可能であることが見込める。

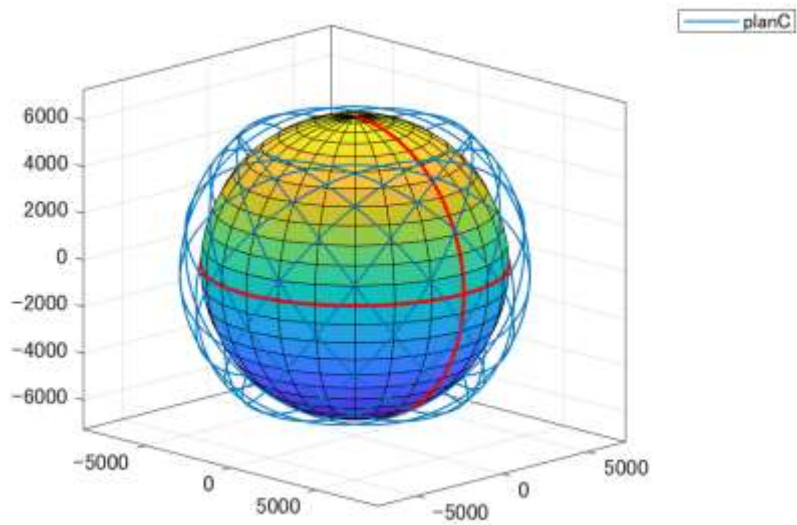


図2-21 東京上空 軌道

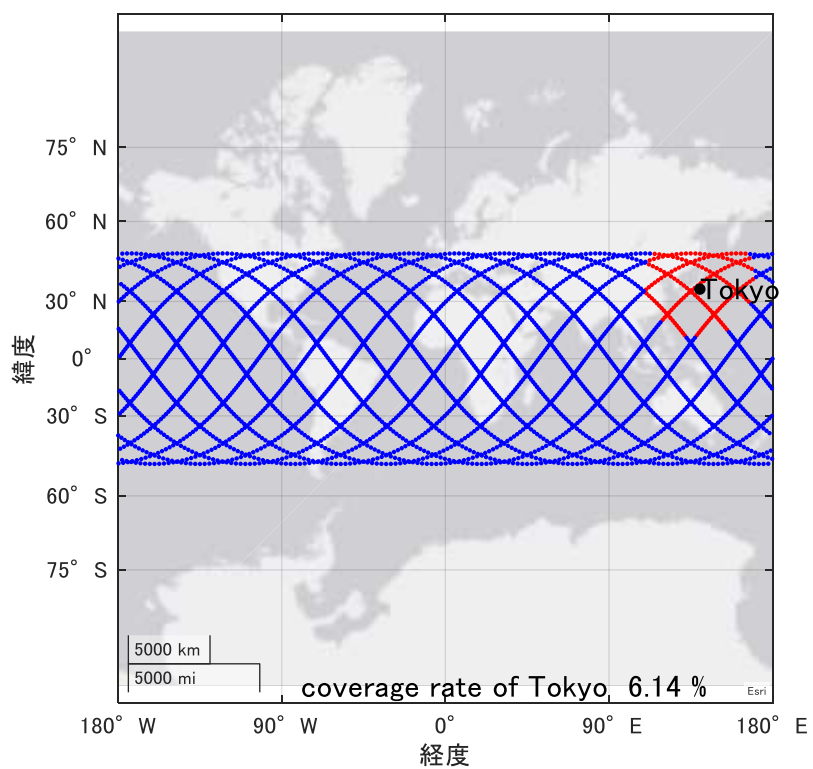


図2-22 東京上空 グラントレースと通信可能範囲

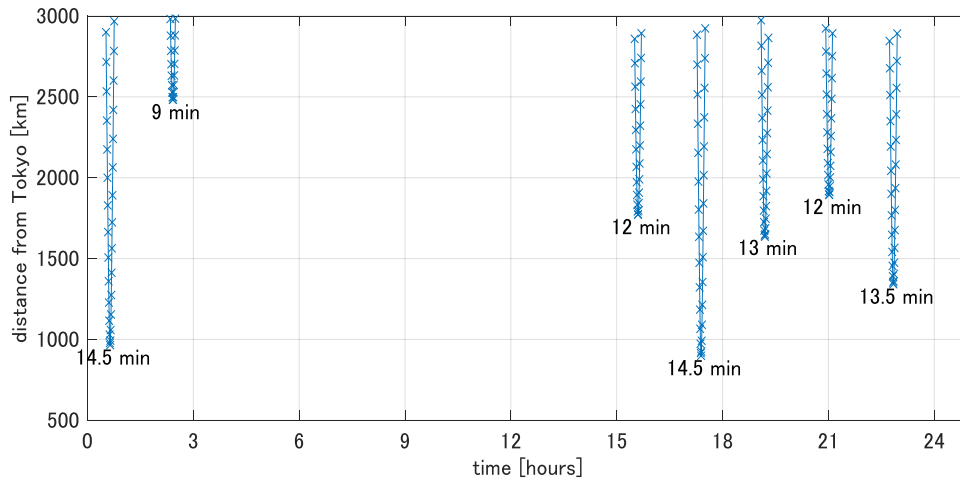


図2-23 東京上空 東京との通信履歴

#### 2.2.4 長楕円軌道衛星系の検討及びその他の検討

本節では Space Norway が提示している長楕円軌道及びその他の G1139 に準拠しない通信環境が利用できることを想定した検討を行っている。なお、これらの VDES 衛星は、Recommendation ITU-RM.2092、Report ITU-RM.2435、IALA G1139 には記述がなく、実現するためにはこれらの文書の改訂が必要である。

##### 参考情報

2016-11 Norwegian Satellite System Application to USA FCC

Space Norway Norske satellite for kommunikasjon Arktis 3 Oct. 2017

#### ・高緯度観測をターゲットとしたモルニア軌道

##### 計算条件

離心率：0.6 周回数：1.5 回/日 昇交点赤経：30 deg

軌道傾斜角：65 deg 近点引数：-90 deg

計算時間：3 day (4320 min) 時間分解能：5 min

通信距離 ∞

ノルウェー上空で長時間連続通信を可能とするために、提案されているモルニア軌道のような長楕円準回帰軌道に関する検討は以下のとおりである。まず、図 2-24 は Space Norway により示されているグラントレースである。詳細は示されていないため、計算条件は本図に準拠するような値により決定している。図 2-25 は本解析で用いた軌道のグラントレースであり、図 2-24 によく一致していることが見て取れる。図 2-26 は設定した軌道の慣性座標における軌道であり、図 2-27 は地上の定点から観測される衛星の位置となる。非常に大きな長半径を有する軌道となり、地球の自転速度より遅い周回を行うため、高緯度通過時は長時間天頂方向からの通信を実現できる軌道と

なっている。

図 2-28 は同衛星のオスロとの通信可能エリア、図 2-29 は衛星とオスロ間の通信可能範囲である。オスロでの通信可能時間は 77.5%、最大連続通信時間は 14 時間強、その他 2 つの高緯度上空飛行時も 10 時間程度の連続通信が可能となっている。基本的な運用方法としては各周回 16h の内、天頂方向に現れる 8h の運用を想定している模様であり、結果、2 機の運用体制をとることにより、常時通信が可能となることが想定されている。

図 2-30 は同衛星の東京との通信可能エリア、図 2-31 は衛星と東京間の通信可否、通信距離である。東京での通信可能時間は 66.9%、最大連続通信時間は東京上空で滞在するとき 15 時間弱の連続通信が可能となる。また、その他の頂点方向に滞在するときも 8 時間程度の通信が可能であり、オスロと同様 2 機の運用体制をとることにより、ほぼ常時通信が可能となることが想定される。

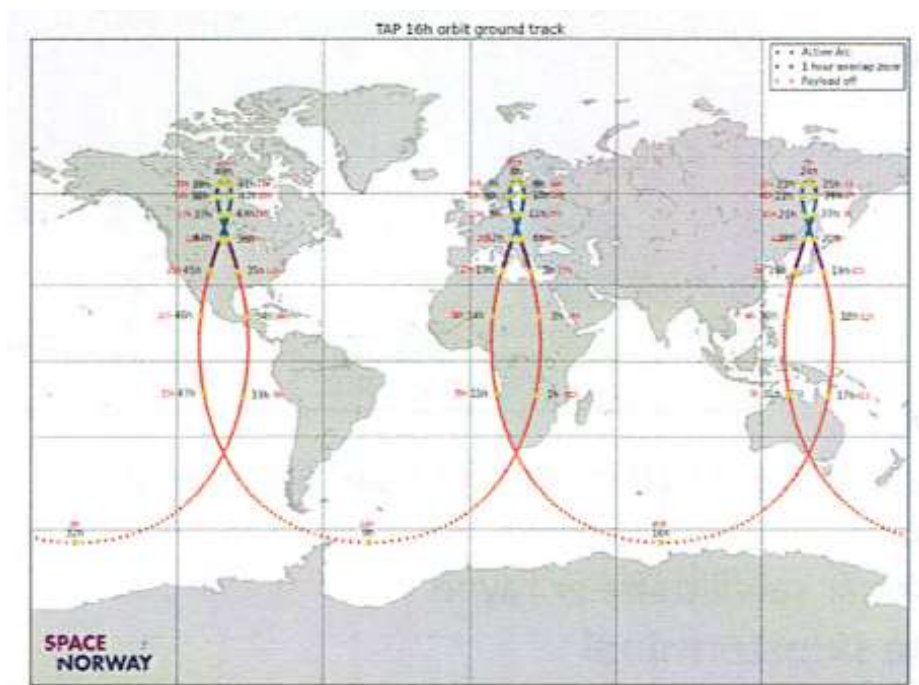


図 2-24 長楕円軌道 Space Norway 提示のグラントレース

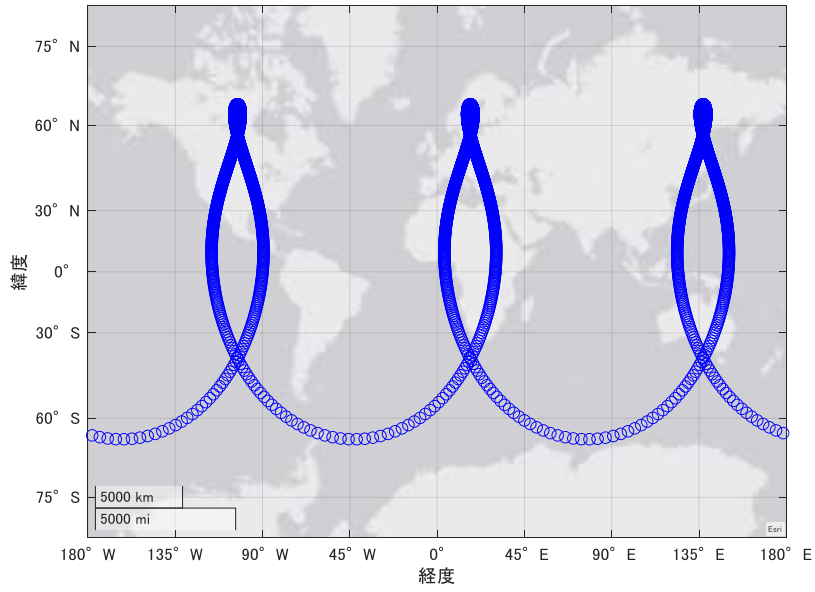


図2-25 長楕円軌道 本解析で用いた軌道のグランドトレース

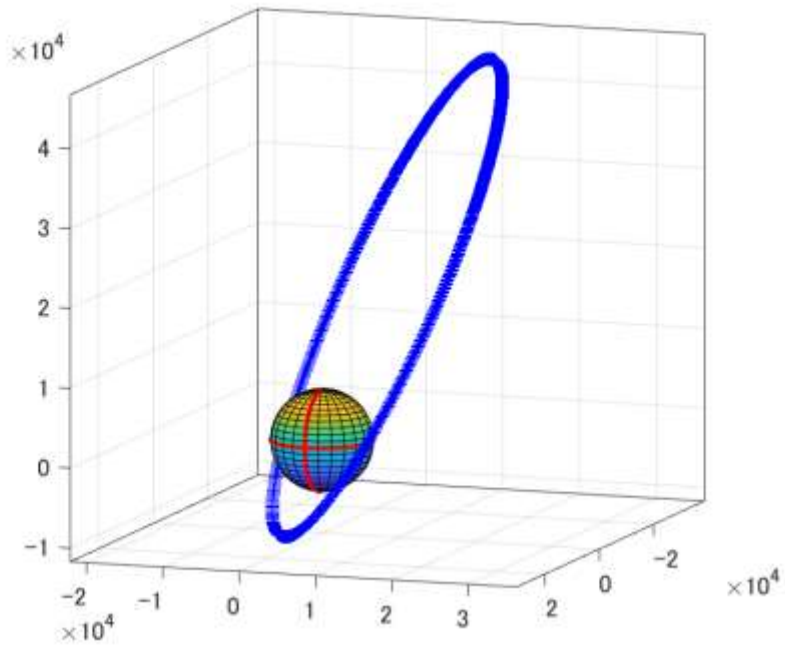


図2-26 長楕円軌道 軌道図 (慣性座標)



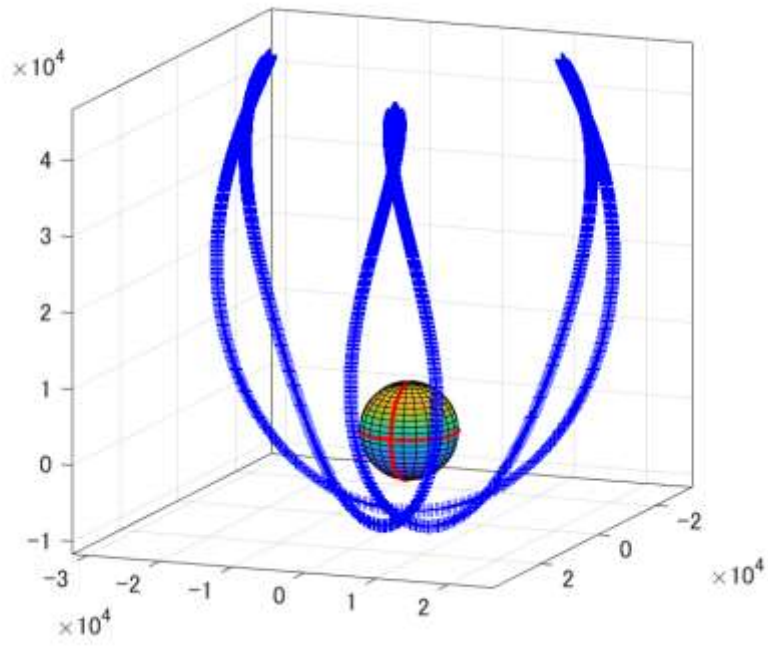


図2-27 長楕円軌道 軌道図 (地表定点座標)

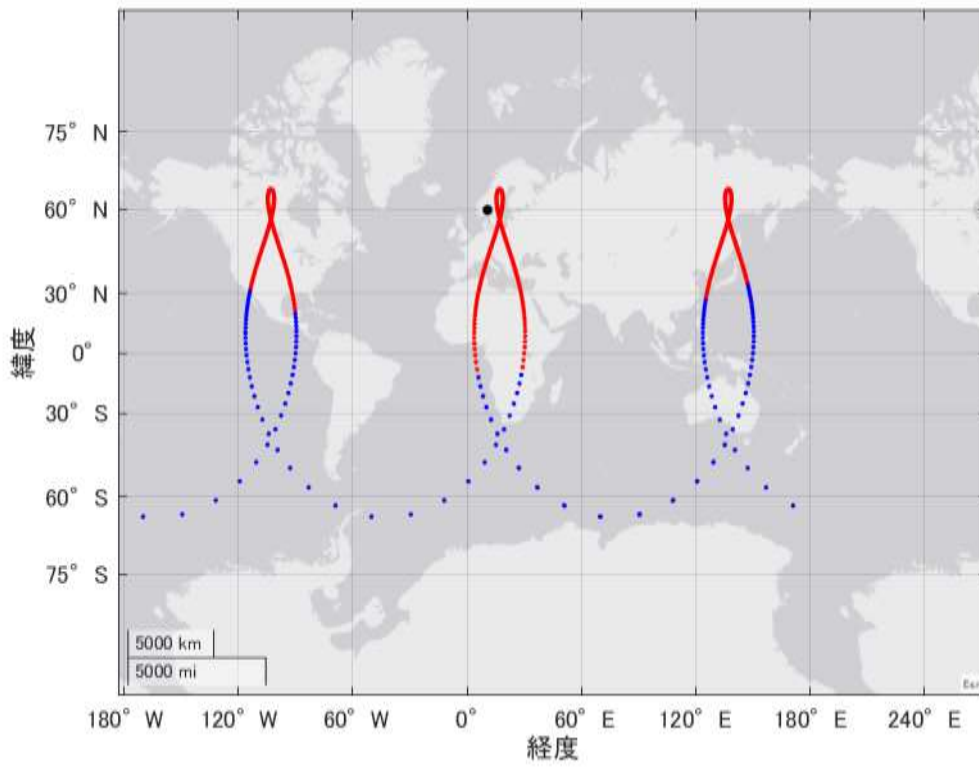


図2-28 長楕円軌道 オスロとの通信可能範囲

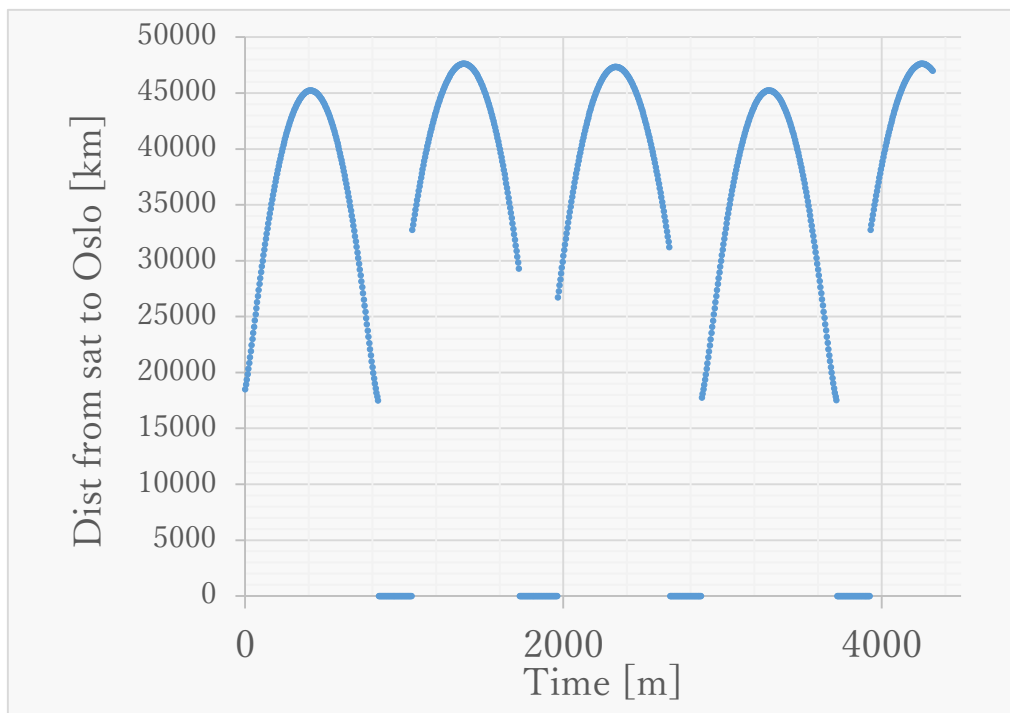


図2-29 長楕円軌道 オスロとの通信可能範囲

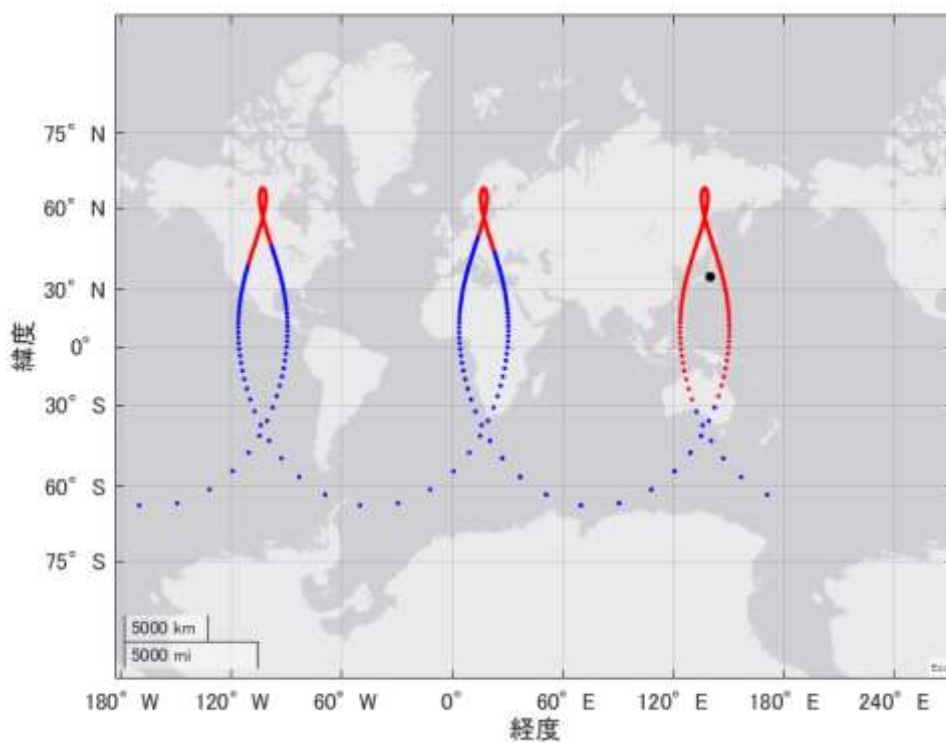


図2-30 長楕円軌道 東京との通信可能範囲

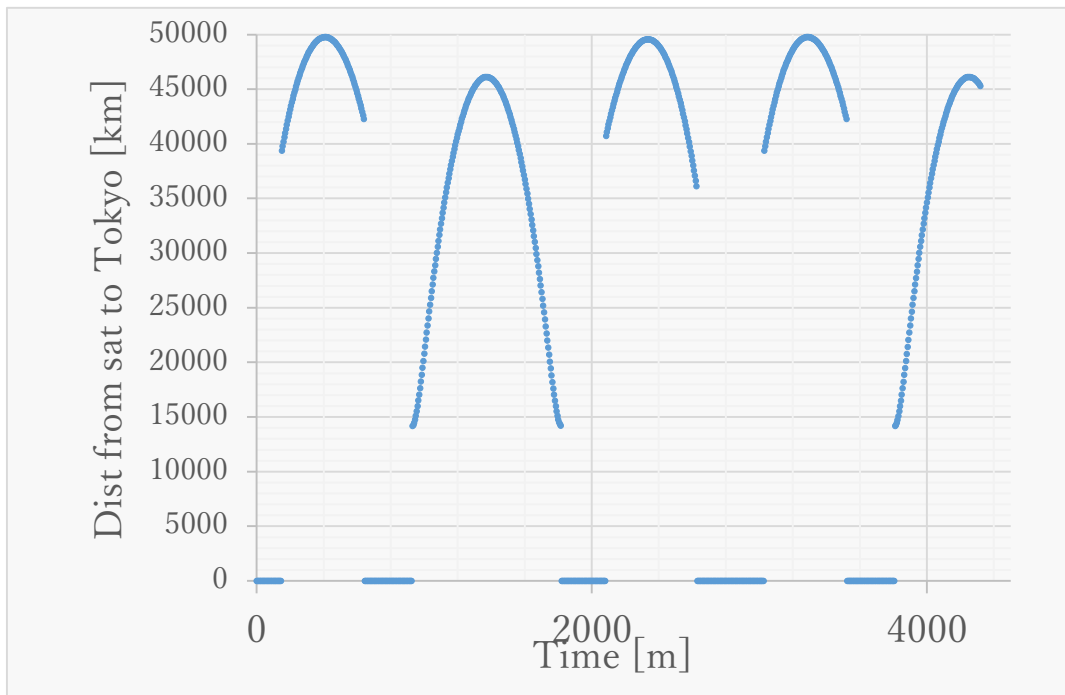


図 2-31 長楕円軌道 東京との通信可能範囲

### 2.2.5 東京上空で高高度を飛行する楕円軌道

この衛星軌道も 2.2.4 と同じく、Recommendation ITU-R M.2092 及び IALA G1139 に記述はない。

#### 計算条件

離心率：0.1463 周回数：12 回/日 昇交点赤経：0 deg

軌道傾斜角：40 deg 近点引数：270 deg

計算時間：1 day (86400 sec) 時間分解能：30 sec

通信距離 ∞ / ~3000km

東京上空で若干高高度に上昇し、通信時間を確保する軌道の例を検討する。図 2-32 は本軌道の軌道図、図 2-33 はグラントレースおよび通信可能範囲を示している。基準観測点は東京に設定している。図 2-34 は東京都の通信可能履歴である。本軌道では通信距離を長く確保できることを想定すれば 1 日の内、15.9%程度の通信可能時間、30 分以上の連続通信可能機会が 5 回もある軌道となる。本軌道では前に示した東京上空通過軌道同様、通信可能機会が半日に集中しているため、前の衛星に続いて次の衛星が現れるような軌道に衛星を合計 3 機程度で半日近い通信確保が可能である。また、同じく 3 機を均等に分散させることにより 2 時間弱の周期に対して、毎回 30 分以上の通信時間を確保できることになる。図 2-35、2-36 は本検討に対し、通信可能距離を 3000 km 以上に設定した結果となる。通信可能時間はわずか 2.6%に低下しており、通信距離の規制が大きいことがわかる。

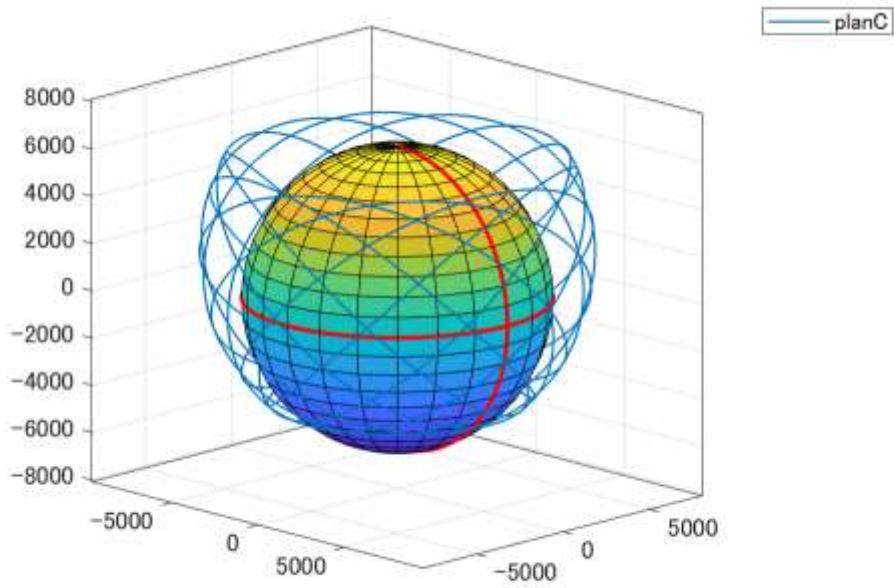


図2-32 東京上空楕円 軌道

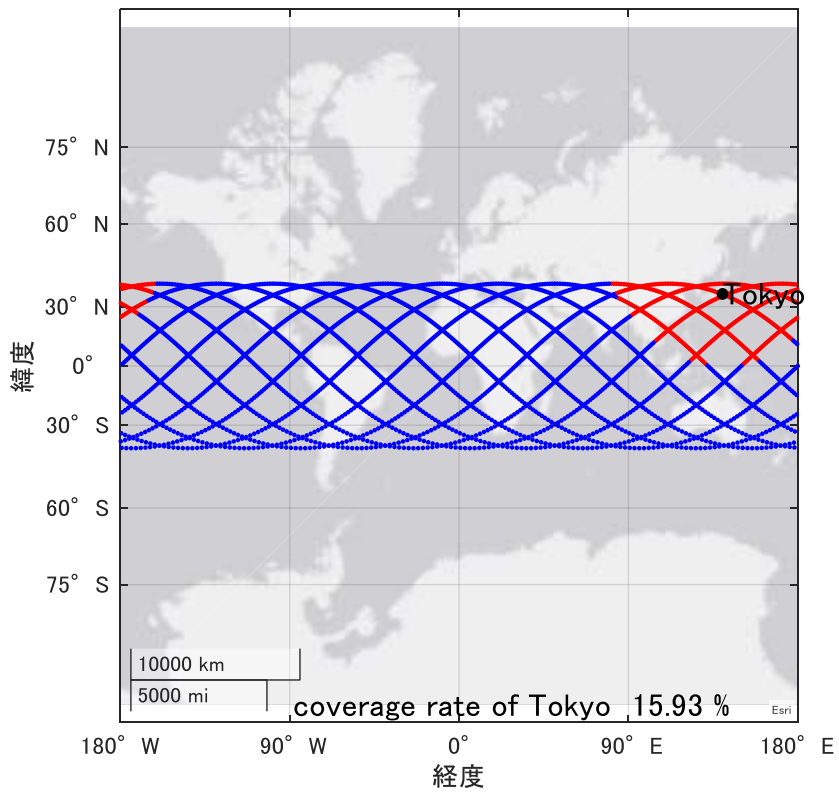


図2-33 東京上空楕円 グラウンドトレースと通信可能範囲

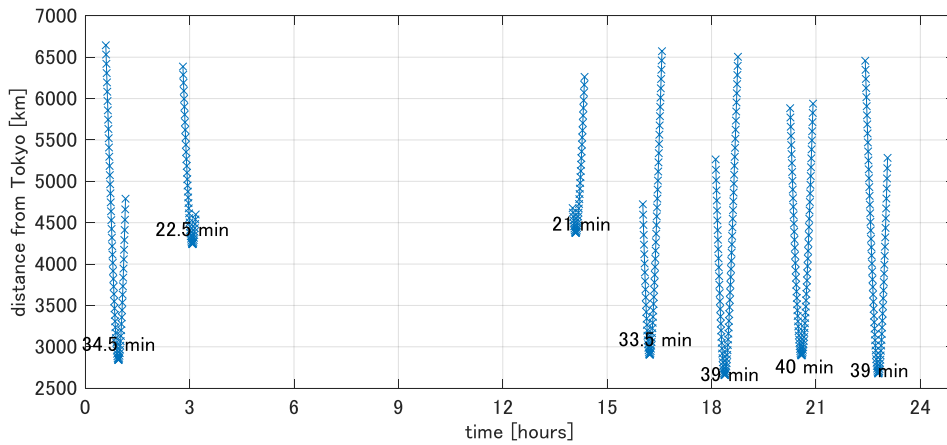


図 2-34 東京上空楕円 東京との通信履歴

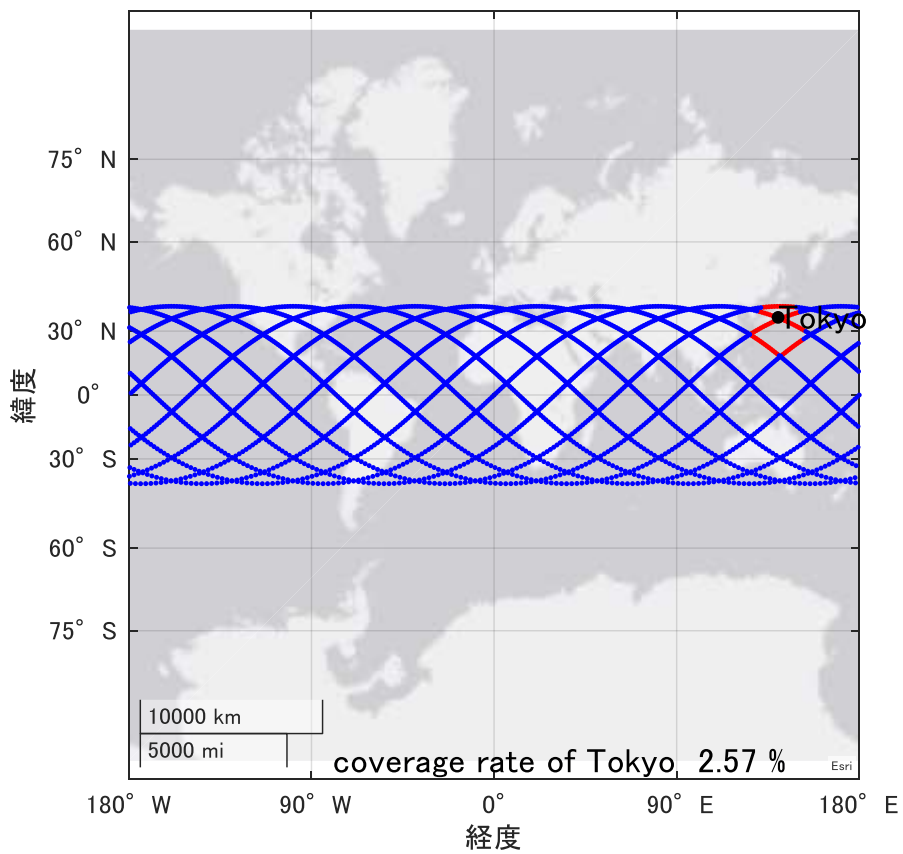


図 2-35 東京上空楕円 グラントレースと通信可能範囲 (～3000 kmの場合)

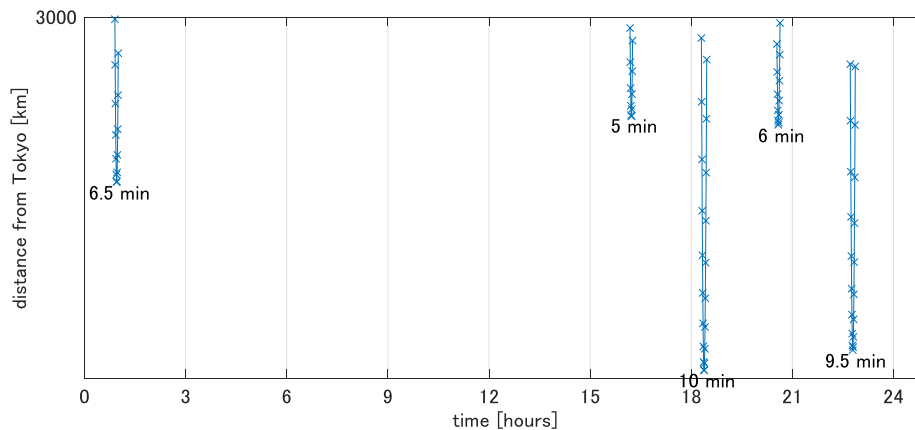


図2-36 東京上空楕円 東京との通信履歴（～3000 kmの場合）

## 2.3 地上局及び通信システム

スバル諸島のロングイヤーバイン近傍の Platåberget に 1997 年に設立され、VDES 衛星（現在は NORSAT-2）とリンクする地上局がある。これは、Kongsberg Defence & Aerospace と Norwegian Space Centre (NSC) のジョイント・ベンチャーが設立し、Kongsberg Satellite Services (KSAT) が実際の運用を行っている。

Norwegian Coast-Guard Agency (NCA)、Space Norway、European Maritime Safety Agency (EMSA) 及び Kongsberg SeaTex は 2019 年 9 月に、共同プロジェクト VASP: VDE-SAT Application and Services Platform を立ち上げ、衛星 VDES (VDES-SAT) を利用して、船舶の安全情報に関するデータ通信を実証するトライアルを実施する計画を立てた。このデータ通信には、船舶位置情報 (AIS を活用)、気象・海象を含む海上安全情報 (Maritime safety Information: MSI) の配信、冰山情報の獲得と配信、その他船舶の安全航行に関わる情報を含み、船舶側からの情報提供も視野に入れている。その構想を図2-37に示す。VDES データ通信は、Recommendation ITU-R.M.2092 及び IALA G1139 に従って行うことを想定している。このプロジェクトは 2020 年 9 月現在、システムデザインを進めているところである (図2-37)。

## VDES SAR coordination

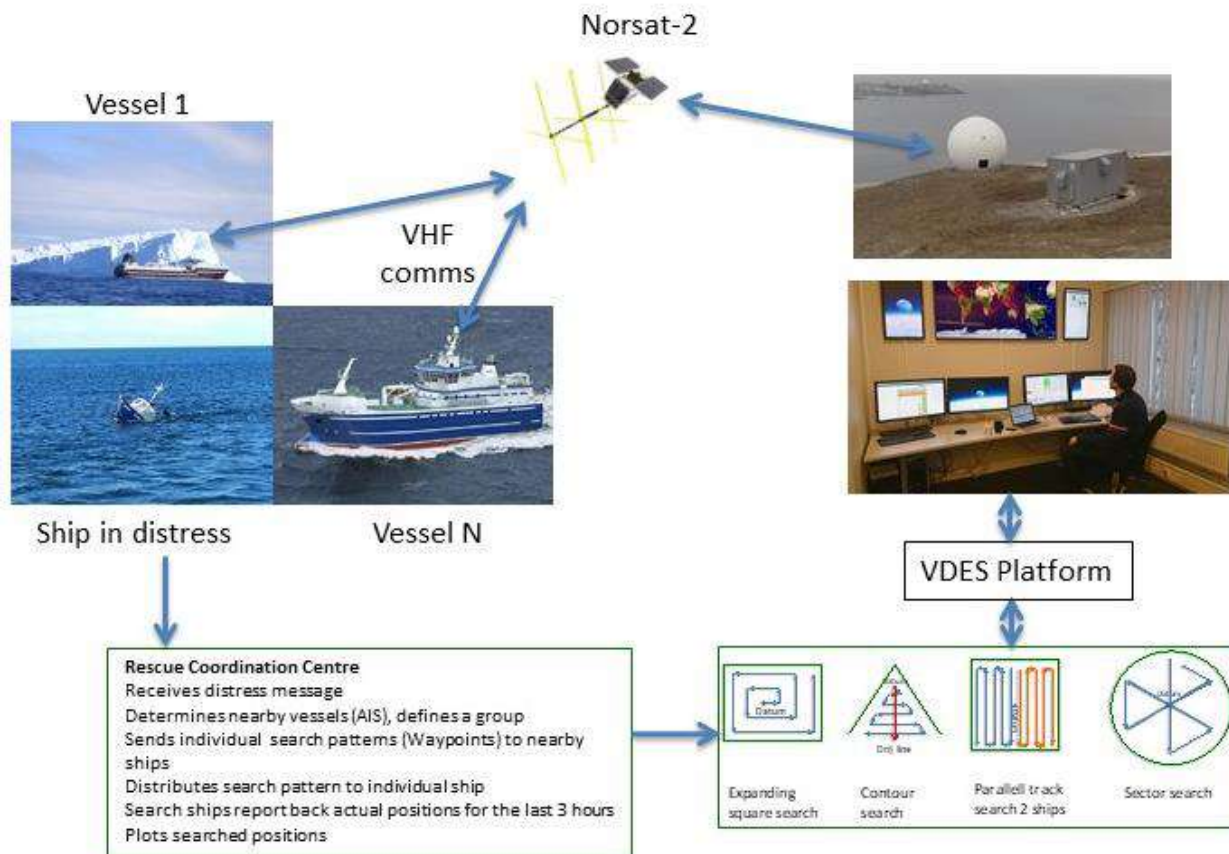


図 2-37 VASP の構想デザイン

## 2.4 船舶局

### 2.4.1 IMO における VDES の道筋

#### (1) AIS の同等としての VDES

SOLAS 条約第 V 章航行安全は、国際航海に従事する 300GT 以上の貨物船、国際航海に従事しない 500GT 以上の貨物船及び大きさ、航行区域を問わずすべての旅客船に、AIS（自動船舶識別装置）を搭載することを義務付けている。

一方 VDES は、AIS の機能も備えている。そこで日本はシンガポール及びノルウェーと共同で、IMO の海上安全委員会第 102 会議（MSC102：2020 年 5 月開催予定）へ文書 SC102/21/4 を提出し、VDES を AIS の同等物として使用することを許容することを審議する新規作業提案を行った。MSC102 会議はコロナ・ウイルスのために 5 月には開催できず、2020 年 11 月にリモート会議とし

て開催されたが、時間の制約（1日の会議時間が3時間に制限）があり、さらに作業部会（WG）の設置も行われなかったため、MSC102は新規作業提案の検討をMSC103（2021年5月開催予定）へ延期した。

SOLAS条約の改正は、改正条項の世界的にスムーズな実施を図るために、現在では改正の発効は4年毎とすることになっている（従前は毎年のように改正が発効し、その的確な実施が危ぶまれていた）。上のAISと同等としてのVDESの使用を認めるSOLAS条約第V章の改正提案は元来、SOLAS条約の2024年1月1日発効に含まれることを目指していた（すなわち2021年中の合意形成と2022年春のMSCにおける採択）が、本件提案のMSCにおける審議が2021年5月に延期されたため、本件のSOLAS条約改正を2024年改正に間に合わせるためには、2021年11月のMSC104において承認され、2022年5-6月のMSC105で採択される必要があることから、日本、ノルウェー及びシンガポールはMSC103に対して、条約改正を早急に審議することを提案する文書を提出した（文書MSC103/18）。改正提案は以下のとおりである。本件のMSC103における審議が順調に進むことを期待したい。

#### SOLAS条約第V章第21規則改正案（以下のハイライト部分を追加する提案）

2.4 All ships of 300 gross tonnage and upwards engaged on international voyages and cargo ships of 500 gross tonnage and upwards not engaged on international voyages and passenger ships irrespective of size shall be fitted with an automatic identification system (AIS) or VHF data exchange system (VDES), as follows:

- .1 ships constructed on or after 1 July 2002;
- .2 ships engaged on international voyages constructed before 1 July 2002:
  - .2.1 in the case of passenger ships, not later than 1 July 2003;
  - .2.2 in the case of tankers, not later than the first survey for safety equipment\* on or after 1 July 2003;
  - .2.3 in the case of ships, other than passenger ships and tankers, of 50,000 gross tonnage and upwards, not later than 1 July 2004;
  - .2.4 in the case of ships, other than passenger ships and tankers, of 300 gross tonnage and upwards but less than 50,000 gross tonnage, not later than the first safety equipment survey\*\* after 1 July 2004 or by 31 December 2004, whichever occurs earlier; and
- .3 ships not engaged on international voyages constructed before 1 July 2002, not later than 1 July 2008;
- .4 the Administration may exempt ships from the application of the requirements of this paragraph when such ships will be taken permanently out of service within two years after the implementation date specified in subparagraph .2 and .3;
- .5 AIS or VDES shall:
  - .1 provide automatically to appropriately equipped shore stations, other ships and aircraft



- information, including the ship's identity, type, position, course, speed, navigational status and other safety-related information;
- .2 receive automatically such information from similarly fitted ships;
  - .3 monitor and track ships; and
  - .4 exchange data with shore-based facilities;
- .6 the requirements of paragraph 2.4.5 shall not be applied to cases where international agreements, rules of standards provide for the protection of navigational information; and
- .7 AIS or VDES shall be operated taking into account the guidelines adopted by the Organization.\* Ships fitted with AIS or VDES shall maintain AIS or VDES in operation at all times except where international agreements, rules or standards provide for the protection on navigational information.

注記\*:VDES に関する IMO のガイドラインをこの条約改正発効までに作成する必要がある。

## (2) GMDSS における VDES

SOLAS 条約第 IV 章「無線通信」では、全世界的海事遭難安全通信システム (GMDSS: Global Maritime Distress and Safety System) を導入しているが、現在の GMDSS は 1980 年代に開発し策定されたものであり、その後の無線通信技術の目覚ましい発展に追従していない。そこで IMO は 2008 年から、GMDSS の近代化 (Modernization of GMDSS) に着手し、2021 年 4 月の IMO 航行安全無線通信捜索救助小委員会第 8 回会議 (NCSR8) において、これを取り入れた SOLAS 第 IV 章の全面改正案を仕上げる予定である。この SOLAS 第 IV 章の改正は、MSC による審議、承認と採択を経て、2024 年 1 月 1 日の発効を目指している。

SOLAS 条約第 IV 章では、船舶の航行安全のために、海上安全情報 (気象・海象、航路状況等々) の締約国による配信を規定しているが、現状ではこの海上安全情報の配信を、NAVTEX (中波)、INMARSAT Enhanced Group Calling System: EGC、HF Narrow-band Direct Printing Telegraphy (NBDP) で行うことを規定している。

GMDSS の近代化では、VDES、NAV DAT (NAVTEX のデジタル版)、INMARSAT 以外の衛星システムの利用など、昨今及び今後の無線通信技術の進展に照らして、海上安全情報の配信を実施する通信システムを限定的に規定することを止めて、それぞれの海域で利用できる通信システムによって海上安全情報を配信する旨の規定に変える以下の改正案に合意している。この改正案により、VDES による海上安全情報の配信が可能となる。

### SOLAS/IV 章第 7 規則で削除する部分

- .4 a receiver capable of receiving international NAVTEX service broadcasts if the ship is engaged on voyages in any area in which an international NAVTEX service is provided;

.5 a radio facility for reception of maritime safety information by a recognized mobile satellite service enhanced group calling system if the ship is engaged in voyages in sea area A1, or A2 or A3 but in which an international NAVTEX service is not provided. However, ships engaged exclusively in voyages in areas where an HF direct-printing telegraphy maritime safety information service is provided and fitted with equipment capable of receiving such service, may be exempt from this requirement.

SOLAS/IV章第7規則でこれに置き換える部分

.4 receiver(s) capable of receiving MSI and search and rescue related information throughout the entire voyage in which the ship is engaged;

#### 2.4.2 小型船での利用と適用

SOLAS 条約対象船舶であれば GMDSS 無線設備が義務装備として設置される一方、いわゆる一般的な小型船の通信設備については SOLAS 条約の対象外とされている。

この状況下で大型船と小型船との衝突事故は後を絶たず、事故未然防止のための共通通信基盤の整備普及が長年望まれてきた。国内においては、小型船への廉価な国際 VHF 無線電話装置普及による船舶共通通信システム等の普及促進を目指し、2014 年頃に関係規程整備（免許制度など規制緩和）が行われた。一方で現在までのところ新たな無線設備設置への費用負担や、大型船との通信に英会話が求められることなどの障壁もあってか、全船への普及は達成されていない。

小型船でのデータ通信については、一例として協調航法への応用を挙げて検討したが、その他のデータ通信応用についても今後の調査・議論継続が必要である。

このような背景・経緯を理解・意識したうえで、小型船での普及促進、導入の動機付けにつながる VDES の立ち位置や VDES 技術仕様の検討が必要となる。

漁船等の小型船で使用する VDES 船舶局装置は、大型船とは異なる使用環境（設置する操舵室へ風雨、海水滴の入り込み）を考慮し耐環境性能の高い装置を開発する必要がある。一方で、運用・操作やメンテナンスは簡易であることが必要で、例えば、国内の小型船が近傍を航行する一般商船と協調航法データ通信を行う場合は、通信内容を日本語へ即時に翻訳して、できれば音声に変換して発声する機能も要件の一つとなりうる。また、同じ VHF 帯電波を用いる既存の国際 VHF 無線電話装置や AIS 装置との共用条件（アンテナ、電力、通信方式など）もしくは機能のすみわけ・換装についても明示することが必要である。

国内の小型船が近傍を航行する一般商船と協調航法データ通信を行う場合は、通信内容を日本語へ即時に翻訳して、できれば音声に変換して発声する機能が必須となるであろう。

## 2.5 国際的動向

### 2.5.1 SAAB

SAAB 社（スウェーデン）はすでに、R60 VDES BASE STATION という VDES 船舶局ユニットを提供している（図 2-38）。SAAB はさらに、ORBCOMM and AAC Clyde Space ([AAC Clyde Space | Small Satellite Spacecraft Providers \(aac-clyde.space\)](https://aac-clyde.space)) とともに衛星の提供も計画しており、2022 年末までには最初のデモンストレーションとなる衛星を打ち上げると発表している（SAAB VDES SATELLITE AUG 25 2020 Saab explores Low-Earth Orbit (LEO) Satellite Communication for Global Maritime Connectivity）。



図 2-38 SAAB による VDES 衛星通信提供のイメージ図

### 2.5.2 MARIOT（デンマーク）

MARIOT ([MARIOT Archives - SatellitePro ME](https://mariot.archives-satellitepro.me)) は2019年に設立されたコンソーシアムであり、2022年に世界的な衛星VDESの提供を2022年から開始すると発表している（MARIOT First global VDES Satellite network to launch in 2022）。ここでは、GateHouse、Space Inventor及びSatlabが必要なハードウェアとソフトウェアを開発し、小型衛星の経験があるAalborg Universityがその技術を提供する予定である。

### 2.5.3 STERNULA（デンマーク）

STERNULA は、商用 VDES 衛星通信を提供することを目指して、2019 年に設立され、2020 年から 2022 年の間に VDES 衛星を開発して 2022 年後半に衛星を打ち上げて運用を開始する予定であり、2028 年までに 40 基の低軌道 VDES 衛星を打ち上げて世界的なサービスを提供すると発表した（IALA ENAV27 March 2021）。

#### 2.5.4 Space Norway (ノルウェー)

Norwegian Space Agency (ノルウェーの政府機関：以前の Norwegian Space Centre) の下で活動している Space Norway は、ノルウェー政府が 100% 出資して 2014 年に設立された株式会社組織である。Space Norway は NORSAT-1 衛星(図 2-39)を 2017 年 7 月に打上げた。これには、UTIAS (University of Toronto, Institute for Aerospace Studies)が開発したバス上に、Kongsberg 等が開発した AIS ペイロード (図 2-40) を搭載し、太陽放射や気象パラメータの観測を行った他、自動船舶識別情報 (AIS) を受信する機能も備え、AIS 情報の取得と地上局へのダウンロードを行なった。



図 2-39 NORSAT-1 のイメージ図 (Space Norway 提供)

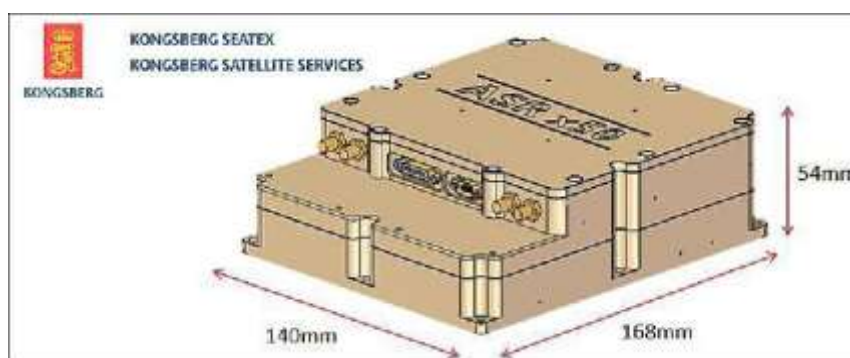


図 2-40 AIS ペイロードの模式図 (Space Norway 提供)  
(NRSAT-2 の VDES ペイロードもほぼ同様の形態)

Space Norway はさらに世界初の VDES 実証実験衛星である NORSAT-2 (図 41) を 2018 年 1 月に打ち上げた。これには VDES 通信のペイロードを搭載し、現在も運用を続けている。NORSAT-2 の VDES 用のアンテナは八木アンテナが採用されている (図 2-42 にアンテナパターンを示す)。

NORSAT-2 の主要目は2.1項に示した。

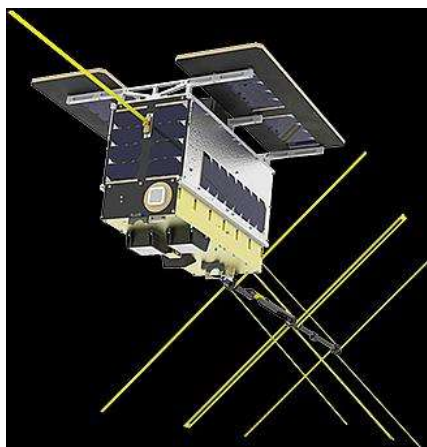


図2-41 NORSAT-2 イメージ図 (Space Norway 提供)

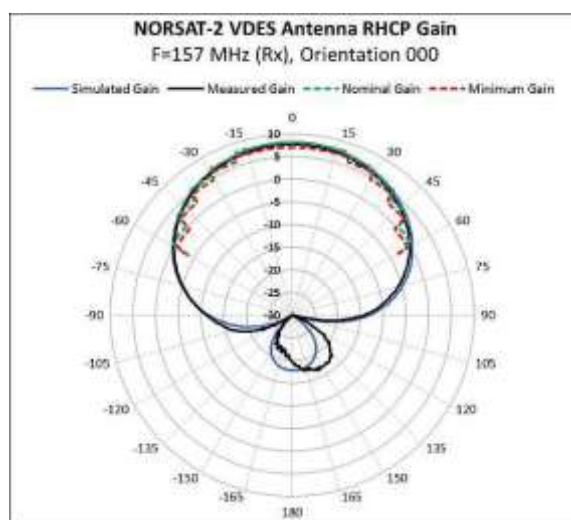


図2-42 NORSAT-2 VDES 八木アンテナパターン (Space Norway 提供)

NORSAT-2 はその姿勢を制御することにより、海上のVDESターゲットの補足を高めようとしている (図2-43)。

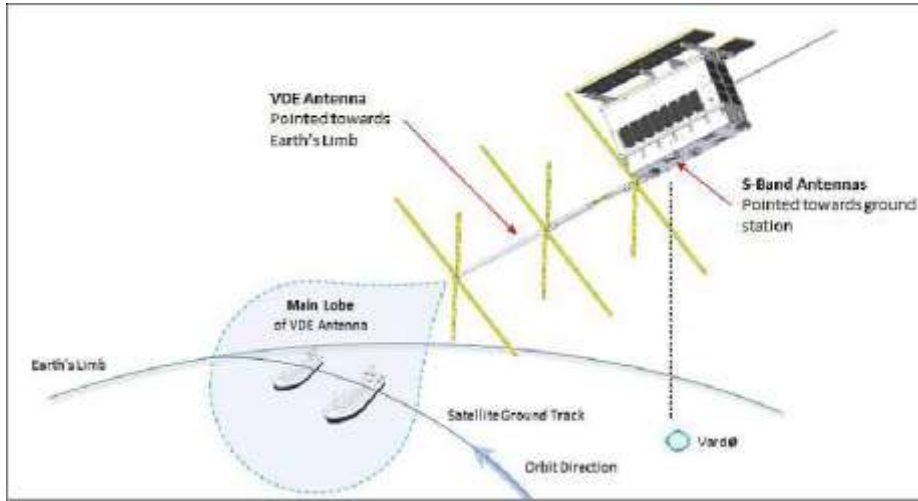


図2-43 八木アンテナによる海上VDESターゲットの補足 (Space Norway 提供)

Space Norway は2021年第2四半期にNORSAT-3を打ち上げ、2022年中にはNORSAT-TD (NORSAT Technology Demonstrator) を打ち上げる計画である (図2-44)。

NORSAT-TDはVDESのペイロードも搭載する質量35kg程度の衛星であり、衛星のイメージ (<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/n/norsat-td>) には、ホイップアンテナの他に2エレメントのクロス八木アンテナが描かれている。



図2-44 NorSat-TD 予想図 (Norwegian Space Agency 提供)

Space Norway は、開発した衛星を、有償で提供することも想定している。すなわち、我が国の目的に沿った改造を含めて、Space Norway に衛星の製作を発注することも可能である。

### 3. 衛星 VDES の通信内容

#### 3.1 ITU-R 及び IALA の VDES 技術基準

2019 年の世界無線通信会議は、AIS 及び VDES への周波数の分配を拡大した。VDES に関しては、表 3-1 の周波数を分配した。従って、2020 年以降は VDES（特に衛星 VDES）の利用が拡大することとなる。

表 3-1 VDES Channel Allocations in Radio Regulation

Method	SAT-VDE channel (uplink) Priority (effective date) (Referenced ITU-R Rec.)	SAT-VDE channel (downlink) Priority pfd mask (effective date) (Referenced ITU-R Rec.)	ASM satellite detection Priority (effective date) (Referenced ITU-R Rec.)
C1-A	1024, 1084, 1025, 1085, 1026 and 1086 MMSS (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.[VDES])	2024, 2084, 2025, 2085, 2026 and 2086 MMSS (space-to-Earth), Secondary RR Article 5 (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.[VDES])	2027, 2028 MMSS (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.[VDES])
C1-B	1024, 1084, 1025, 1085, 1026 and 1086 MMSS (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.[VDES])	2024, 2084, 2025, 2085, 2026 and 2086 MMSS (space-to-Earth), Primary Annex 1 to RR Appendix 5 (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.[VDES])	2027, 2028 MMSS (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.[VDES])
C2	148-149 MHz MSS(Earth-to-space), Primary (existing) (-)	137-138 MHz MSS(space-to-Earth) Secondary RR Article 9 (existing) (-)	148-149 MHz MSS(Earth-to-space), Primary (existing) (-)

ITU-R 及び IALA には、VDES に関して以下の文書がある。

- Recommendation ITU-R M.2092: Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band
- Report ITU-R M.2435-0 Technical studies on the satellite component of the VHF data exchange system
- IALA G1117 VHF data exchange system (VDES) overview
- IALA G1139 The technical specification of VDES

IALA ENAV 委員会第 27 回会議（リモート会議 2021 年 3 月）の Working Group 3 (WG3 Digital communication systems) は、ITU-R M2092-0 改正案を検討した。これは、2021 年に ITU-R WP5B

においてさらに検討され、2022 年中に発行することが見込まれる。WG3 は一方、IALA G1139 の改正に関しては、ITU-R M2092-0 改正が発行するまでは検討しない（ダブルスタンダードを避けるため）ことに合意した。

ITU-R M.2092 及び IALA G1139 は、VDES 通信のためのプロトコルの基本的なレイヤーを規定している。一方で、VDES によってデータ通信を行うデータ（協調航法、漁獲データなど）のフォーマット等のプロトコルは別途定める必要があると考えられる。

## 3.2 衛星 VDES 利用実現のための検討

### 3.2.1 VDES 衛星通信と地上通信

船舶上では、通信経路を意識することなく、VDES 通信ができることが理想である。このための通信プロトコルの確認と、必要であれば改正案を作成しなければならない。船舶間同士の通信は早く、衛星経由の通信は遅いので衛星に合わせれば技術的に問題ないと考えられる。

将来、VDES 衛星が多数運用されている状況では、地上局・船舶局から複数の衛星が見えている場合では、どれかの代表の衛星が動いて他のものが待機しているという運用にしないと通信が成り立たない。衛星側からは、一つの衛星で見える範囲の船舶をすべて中継できるものと考えられる。これらの、言わば上位プロトコルは、ITU-R や IALA の基準文書に書き込むか、あるいは別途用意して利用を求めるかは、それぞれの組織で議論してもらった必要があると考えられるが、いずれにしろ、そのような上位プロトコルを策定する必要がある。

VDES 衛星通信を通してどのような通信を行うか、すなわちその通信内容に関しては、まだ定まっていないし、具体的なサービスも開始されていない。

IALA G1117 には、表 3-2 に示す VDES 通信サービスの可能例が示されているが、このようなサービスを実施するための通信データのプロトコルはまだ定められていない。見方を変えれば、衛星 VDES 通信サービスの内容を先取りして決定し、そのためのデータ構造プロトコルを、先手を打って開発して標準化（IALA 等で）することは有意義である。



表 3-2 IALA G1117 に掲げられている VDES 通信サービス

(“水成 剛: AIS を発展させたデータ通信インフラ VDES について : Ocean News Letter 483 号”よりの抜粋)

MSP 番号	サービス
MSP 1	船舶交通サービス:情報サービス
MSP 2	船舶交通サービス:航海支援サービス
MSP 3	船舶交通サービス:交通形成サービス
MSP 4	地域港湾サービス
MSP 5	海上安全情報サービス
MSP 6	水先サービス
MSP 7	タグサービス
MSP 8	船舶沿岸通報
MSP 9	海上通信医療支援サービス
MSP 10	海上支援サービス
MSP 11	海図サービス
MSP 12	水路通報サービス
MSP 13	氷海航行サービス
MSP 14	気象情報サービス
MSP 15	リアルタイム水路・環境情報サービス
MSP 16	捜索救難サービス

(IALA Guideline G1117より筆者仮訳)

### 3.2.2 船陸間通信の標準化

ISO (国際標準化機構) のTC8 (第8技術委員会 / 船舶海洋技術) では、スマート SHIPPING に関する作業部会 (WG10) を設置し、自律運航船をも視野に入れたデジタル船舶に関するISO標準の検討を開始し、2018年に開始した。船内デジタルデータに関して、ISO規格作成の検討を行っているTC8のSC6 (第6専門委員会/ 航行安全) において、船内LANの規格を作成している。

ISO/TC8/WG10では昨年末から新たに、船内デジタルデータの船陸間通信のISO標準化の作業 (ISO/PWI 23807: PWI Preliminary Work Item) を開始し、2020年11月9日、10日にWEB会議を開催し、本件を検討した。

ISO/NP23807の状況は以下の通りである。

- ・作成段階：2020年3月17日べ切の新業務項目提案 (NP) 投票により、新規正式作業として承認された。
- ・提案国：日本 (Project Leader：安藤英幸氏 [MTI])
- ・規格の概要：

ISO 19847 で定める船内データサーバー等で収集した船上搭載機器及びシステムからのデータを、陸側と通信、共有するための要件（機能要件等）の標準化を行う。

この文書では、船上データサーバーから陸上データサーバーへの船舶間データ通信に関する以下の要件について規定する。

- エンド・ツー・エンドの通信品質を測定する方法
  - 非同期および同期通信
  - トランスポートの整合性
  - トランスポートセキュリティ（暗号化、認証、承認など）
  - データ送信の管理（優先順位付け、ログ記録、通信事業者の認識/管理など）
  - 通信の最適化（重複排除、圧縮、再開、多重化など）
  - ISO 19847 を含むがこれに限定されないデータ通信プロトコルへの準拠
- また、この文書は以下をカバーしていない。
- データプロデューサ/コンシューマーのセキュリティ（ID 管理など）
  - 通信機器の要件・帯域幅や遅延などの性能要件

・日本の対応状況

日本船用工業会 スマートナビゲーションシステム研究会と連携しつつ、推進中である。また、国際対応も適切に実施しており、2019年5月のISO/TC 8/WG 10（スマート SHIPPING）での審議の結果、ISO 23807 を含む船陸間通信の標準化全般を担当するPanel会議がWG 10 内に設置され、この議長にMTI 安藤英幸氏が就任している。

- 2019年 11月 15日開催のISO/TC 8/WG 10 Panel会議を開催（於：トロンハイム）。NP 文書を取り纏めた。
- 2020年 10月にISO/TC 8/WG 10 Panel の第2回会議を開催（オンライン）した。

なお、以上のISOの動向及び作成しているISO 23807に関して、2020年11月24日に、株式会社MTIの安藤英幸氏にご講演して頂いた。

講演会「船舶IoTに関連するISO標準化の取り組み」

日時：2020年11月24日

講演者：一般社団法人日本船用工業会 スマートナビゲーションシステム研究会

座長 安藤 英幸氏（株式会社MTI）

講演内容：

スマートナビゲーションシステム研究会（SSAP: Smart Ship Application Platform）

- 船陸データ共有オープンプラットフォームの構想。
- 日本船舶技術研究協会と連携したISO規格化への取り組み。

## ISO 規格化

- ・目的：船舶の実海域データ活用のためのIoTプラットフォーム（データ・インターフェース）の標準化。
- ・実海域における船舶データの共有化を実現。
- ・アプリケーション提供や高効率新造船設計の容易化、船用工業製品の国際競争力の増加が期待。
- ・関連企画とのハーモナイズ、海外関係団体とのコラボレーション（＝仲間作り）、規格化推進のためのプロモーション（＝戦略的頭出し）が必要。

## 船陸データ通信の規格化への取り組み

- ・ISO/NP 23807 の規格化に向けて作業中（図3-1）。

Related standards (Based on discussions with other groups of related standards)					
Applications	Customs /Trade (Import/Export)	Port info. (Arrival /Departure)	Navigation (VTS / Route exchange)	Navigation (GMDSS)	Operation (Ship Mgmt. & Maintenance)
Data Transaction	B to G (Business to Government)				B to B (Business to Business)
Discussion groups /committees	WCO (World Custom Organization)	IMO FAL	IMO MSC NCSR / IALA / IHO		n/a
Typical Systems /Standards	Import/Export System (e.g. NACCS.jp)		e-Nav. / AIS	GMDSS (S-125)	n/a
Ongoing discussions and standards					
Data Model (Data Format /Metadata)	WCO Data Model etc.	*Discussing in IMO FAL	S-100 S-212 etc.	(S-100 etc.)	ISO19847 ISO19848 etc.
Data Exchange (Confidentiality /Integrity /Availability)	FAL 44/7 (Maritime Single Window)		IEC CD/63137 (S-421) VDES		ISO/PWI 23807

SSAP

図3-1 ISO/NP 23807 と関連企画

## 自律運航船に関する考察

- ・機器・機能を問わない、船舶IoTデータを取りまとめて収集するニーズは一層高まると予想。
- ・SSAPとしては、協調領域として船舶IoTデータの収集に必要な国際規格作りをリード。
- ・自律運航船そのものの規格化については、これに取り組む企業が中心となり、規格化に取

り組む体制が必要。

質疑応答（抜粋）：

Q. 自律運航船はいつごろまでの実用化が計画されているか。また、その実現に向けて解決しなければならない最大の課題はどのようなものがあるか。

A. 現在研究開発フェーズで、2025年に一部の自動化船が社会実装のイメージ。技術的課題として、システムの開発、安全性評価の方法論、シミュレーションなどの道具、高精度の状況認識センサー、高速通信を実現する人工衛星などが必要である。規制緩和など法的な課題としては、VTSや港湾などのインフラや、日本における実験海域の整備などが必要である。

Q. 無人での自動運航を実現するためには、現時点での通信環境では不足しているか否か。不足している場合、どの程度の回線速度が必要か。

A. 全く不足している。陸との通信の遅さが、最大のボトルネックと言っても良い。回線速度としては、少なくとも数十 Mbps、出来れば数百 Mbps が必要。また、これを適切に QoS (Quality of Service) 管理する技術や、周囲の他船も含めた帯域管理なども必要になる。

Q. メイン回線不通時のバックアップ回線に衛星 VDES が利用できるのでは。また、領域外の小型船・無人船に VDES 装置を装着し、双方の航法計算機間でコミュニケーションする手段として衛星 VDES が有効では。

A. 衛星 VDES 装置の搭載が義務付けできれば、細くとも何らかの回線が船舶間、船陸間で使えるという前提でシステム設計を行うことで何らかの活用ができると考えられる。特に相手船も必ずこの VDES 通信装置を持っているという前提に立てると、非常に有効な通信手段になると考えられる。

## 4. 衛星 VDES に関わる法制度

### 4.1 無線局免許と無線従事者資格

本項では、VDES 関連無線局の操作に必要な無線従事者資格について調査した結果を報告する。無線局を開設し、運用するためには、原則として「無線局免許」が必要であり、無線設備を操作するためには、原則として電波に関する一定の知識・技能を身につけ、総務大臣の免許を受けて無線従事者になる必要がある。

ただし、発射する電波が極めて弱い無線局や、一定の条件の無線設備だけを使用し、無線局の目的、運用が特定されている無線局については、無線局の免許及び登録は要しないとされている。また、無線従事者の監督のもとでは無線従事者の資格を持たない者でも無線設備の操作を行うことができる場合が多く、さらに、簡易な操作として総務省令及び告示で定められている操作には、無線従事者の資格を要しないと規定されている。

VDES 関連システムについて、免許関連の要件をまとめた結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 VDES に関わる免許関連の要件

システム	(最大)送信電力 (ITU-R 勧告による)	機器検定等	無線局免許	無線従事者資格
船舶自動識別装置 (Class A AIS)	12.5 W	型式検定	要	要 (技術操作) 不要 (通信操作)
簡易型船舶自動識別装置 (Class B “CS” AIS)	2 W	技適	要	不要 (すべての操作)
(簡易型船舶自動識別装置?) (Class B “SO” AIS)	5 W	(国内未整備)		
VHF データ交換装置 (VDE 地域チャンネル用)	海岸局 50 W 船舶局 25 W	技適	要	要 (技術操作) 不要 (通信操作)
VDES (ASM)	12.5 W	(未整備、国際規格見直し中)		
VDES (地上 VDE、衛星 VDE)	6-12.5 W 変調方式に依る	(未整備、国際規格見直し中)		

Class B AIS には、CS (Carrier Sense) と SO (Self Organized) の 2 つのタイプが国際規格 (ITU-R 勧告 M.1371) で規定されているが、国内で法整備されているのは CS タイプのみである。これは、CS タイプのみ先に国際規格が策定され、それを受けて簡易型船舶自動識別装置として国内法令が整

備された後、SO タイプの国際規格が策定されたが、国内規格の整備が未だ行われていないためである。

国内法で規定されている「VHF データ交換装置」は、衛星 VDES の周波数帯（海上 VHF の CH24-26 及び CH84-86）のすぐ隣の周波数帯（CH21-23 及び CH80-83、通称：VDE 地域チャンネル）を用いてデータ通信を行う装置である。

無線設備の操作は技術操作と通信操作に分けられ、総務省により次のように説明されている（以下は近畿総合通信局ホームページの用語説明より）。

通信操作： 無線設備を使用し通信を行うこと。

技術操作： 無線設備の電源の入切や通信を良好に行うため無線設備の機器調整を行うこと。

電源の ON/OFF も技術操作に該当するという考え方があるために、技術操作に無線従事者資格が要求される無線設備を使用する船舶には、最低でも 1 名は該当する操作が可能な無線従事者資格を有する者の乗船が必要と考えられる。

VDES 関連システムの無線装置の操作で、無線従事者資格が完全に不要なのは簡易型船舶自動識別装置のみである。

## 4.2 将来展望と課題

衛星 VDES 装置の普及を考えた場合、特に小型漁船を含むすべての船舶に普及させる場合には、無線従事者資格の要件は大きな障害となるために、簡易型船舶自動識別装置と同様に無線従事者資格を不要とすることは必須であると考えられている。

現在、IEC では VDES 機器の試験規格策定を検討中であり、衛星 VDE を含む船舶用 VDES の規格として、次の 2 つの試験規格を策定する方向の検討がされている。

(1) IEC 61993-5： Class A AIS + ASM + 地上 VDE + 衛星 VDE

(2) IEC 62287-5： Class B AIS + ASM + 地上 VDE + 衛星 VDE

現在 IMO に提案が出されている SOLAS 条約第 V 章の改正において、義務設備の AIS の代替として VDES も認められた場合、該当する VDES は(1)による Class A AIS を含む VDES になると考えられる。この場合は、例えば「国際 VHF データ交換装置 (国際 VDES)」等として国内整理され、Class A AIS と同様に無線設備の技術操作には無線従事者資格が必要となる可能性が高いと考えられる。

一方、任意設備としての Class B AIS を含む(2)の VDES は、簡易型船舶自動識別装置と同様に、技術・通信操作ともに無線従事者資格を不要とできる可能性を秘めている。そのためにまずは、国内規定の簡易型船舶自動識別装置に送信電力 5 W の Class B “SO” AIS を加え、Class B “SO” AIS でも無線従事者資格不要としていただき、その延長で Class B AIS を含む(2)の VDES を、例えば「簡易型 VHF データ交換装置 (簡易 VDES)」として国内整理し、無線従事者資格を不要としていただくアプローチが考えられる。

なお、無線従事者資格を不要とするためには、送信電力を制限する必要もあると考えられる。例えばデジタル簡易無線では送信電力が 5 W のものでも無線従事者免許が不要とされている。前述の

Class B “SO” AIS の送信電力の件もあり、送信電力を 5 W 以下に規定することも無線従事者免許を不要としていただく可能性に近づくと考えられる。そのためには、(2)における ASM、地上 VDE 及び衛星 VDE の送信電力も 5 W 以下とする必要がある。衛星 VDE の船舶局送信電力を 5 W に制限した場合、数値計算により衛星通信のリンクバジェットを検討することもできるが、通信が可能なことを実証実験により確認することが望ましいと考える。

無線従事者資格を不要とするためには、前述の他にも、国際通信を行わないことや、遭難・緊急又は安全通信に関する操作を行わないことも要件となり得るため、留意が必要である。

## 5. 衛星 VDES の実証実験

### 5.1 実証実験の目的の検討

衛星 VDES に関して国際的には、ノルウェーが NORSAT-1 衛星及び NORSAT-2 衛星を打ち上げ、スバルバル諸島にある地上局及びいくつかの VDES 船舶局を使用して、通信実験を実施している。

Hans Christian Haugli, Laura M. Bradbury, et al, NORSAT-2: Enabling Advanced Maritime Communication with VDES, SSC17-XIII-08, 2017

一方我が国では、2019 年に海上保安庁が VDES の海上通信実験を実施しているが、衛星経由の VDES 通信の実験は実施していない。

2.2 にあるように、衛星 VDES 通信の可能性を検討したところ、1 回の衛星の飛来時の通信時間は 10 分程度が最大であることが判っている。IALA G1139 及び ITU-R M.2092 に従って、この通信時間内で実際はどの程度の通信が可能かを把握することは、衛星を使用した VDES 通信を実施して資料を得る必要があろう。

上の 2.4.2 において漁船等の小型船における衛星 VDES の利用の方途を検討し、さらに 4 項で無線局免許に関して検討した中で、出力を制限した船上 VDES 設備の検討を行った。このような限定された出力を持つ小型船用の VDES 設備による VDES 衛星通信が可能であるか、実証実験で検証する必要があろう。

当衛星 VDES 委員会傘下の利用 WG では、衛星 VDES の利用の仕方を検討しているが、その検討で挙げられている。また、協調航法通信における衛星 VDES の内容の検討も進められている。こうした通信内容に関して、通信実証実験を行うことも挙げられた。

以上の検討により、衛星 VDES 実証実験の目的としては、以下が掲げられる。

(目的 1) IALA G1139 及び ITU-R M.2092 の下での衛星 VDES 可能通信量の検証

(目的 2) 小型船用出力制限 VDES 装置の衛星 VDES 通信の可能性の検証

(目的 3) 協調航法通信等で検討している通信内容の衛星 VDES 通信の実証

### 5.2 実証実験計画の検討

5.1 に掲げた衛星 VDES 実証実験の実施に関しては、我が国が VDES 衛星を打ち上げるとしても相当に先のこととなろう。また、日本国内に地上局を設立するためには、その設備の建設及び無線局免許の取得が必須であり、これらにも相当の費用と時間を要する。

従って、近い将来（来年度など）に衛星 VDES 通信の実証実験を実施する場合は、既存の衛星と地上局を利用する他に方途はない。この場合は、衛星としては NORSAT-2 を利用し、地上局はスパー



ルバル諸島にある地上局を利用することとなる。

以上の状況において衛星VDES実証実験を実施する場合は、以下のような方途の可能性はある。

(1) 衛星

1-1 NORSAT-2 (2021年実証実験) (目的1 目的2)

1-2 将来は他の衛星 (目的3)

1-3 将来は日本で衛星を打ち上げて管理運営する (目的3)

(2) 地上局

2-1 Svalbard Satellite Station, [Platåberget](#) near [Longyearbyen](#) in [Svalbard](#), Norway, 78°13'47.18" N, 15°24'28.03" E (目的1 目的2)

2-2 将来は日本国内に建設し (無線局免許取得) 管理運営する (目的3)

2-3 他国に誘致する (太平洋島嶼国等) (目的3)

(3) 船舶局

3-1 既存の船舶局の貸与を受ける (目的1)。

3-2 既存の船舶局を入手して目的に沿った通信ができるように改造する (目的2 目的3)

3-3 日本で開発する (小型船用簡易VDESなど) ((目的1 目的2 目的3))。

(4) 通信データ内容

4-1 現状のNORSAT、Space Norwayが使用している内容 (目的1 目的2)

4-2 協調航法通信等で検討している通信内容 (目的3)

### 5.3 実証実験の実施形態

2021年度に実施する場合は、1-1, 2-1, 3-1 又は 3-2 及び 4-1 の組み合わせが現実的である。従って、実験海域は、Norway 近傍の海域となる。

中長期的には、実験に使用する地上局、船舶局を準備してそれらの無線免許を整えれば、我が国近傍の海域で実証実験を実施することも可能であろう。さらに将来、衛星も用意できれば、我が国独自での実証実験も可能であろう。

## 6. 衛星 VDES 国際機構

### 6.1 衛星通信国際機構の事例

衛星 VDES 通信を国際的に協調して実施するためには、通信設備（衛星、地上局、船舶局）、通信内容を国際的に調整するための組織、すなわち国際機構が必要となると考えられる。さらには、このような国際機構は、できれば我が国が主導・設立・運営したいと考える。

このような国際機構の設立の例としては、GMDSS の中で遭難通信を実施している COSPAS-SARSAT（コスパス・サーサット）があるので、これを例にとって、VDES 国際機構の設立の構想を考察した。

COSPAS-SARSAT は、1970 年当時のソビエト連邦が運用を予定していた COSPAS（緊急船舶探査宇宙システム）と米国が運用を予定していた SARSAT（Search and Rescue Satellite System）を合体させることが 1979 年、カナダ（地上局開発担当）、フランス（衛星搭載のペイロード開発担当）、アメリカ（衛星担当）、旧ソビエト連邦（衛星担当）によって考案されて覚書が交され、1988 年 7 月 1 日に組織の最終合意署名が行われた。

この COSPAS-SARSAT による 406.1MHz を使用する非常位置指示無線標識（EPIRB: Emergency Position Indicating Radio Beacon）を GMDSS において使用することが、これら 4 か国から IMO に 1984 年頃に提案された。我が国は当時、「組織及び運営方法などが公表されていない組織に、船舶の遭難通信を委ねることはできない」として最初は反対の立場を取りつつ、一方では「その有効性を国際的に実証する必要がある」と主張し、1989 年には日本国内の 5 か所（紋別、呉、小笠原父島、石垣島、東京）において 406MHz EPIRB を同時及び時間差発信し EPIRB 位置の算出精度、その信号が海上保安庁へ送られてくるまでの時間の計測を含む実証実験を実施し、IMO へ報告した。さらに 1990 年には、我が国も積極的に関与して、世界的に分散した 20 か所以上の場所で 406MHz EPIRB を発信し、COSPAS-SARSAT が EPIRB の多数同時発信に対応する能力等を実験的に検証し、IMO へ報告した。IMO はこれらの実証実験に基づき、COSPAS-SARSAT が提供する 406MHz EPIRB による遭難通信システムを GMDSS へ組み込むことに最終合意した。

COSPAS-SARSAT は、地上約 1000km の極軌道を周回する低軌道衛星（LEOSAR）によって運用を開始した。これは、EPIRB が発信する 406.1MHz 通信波を低軌道衛星が受信する際のドプラー効果を利用して、EPIRB の位置を算出するためである。2000 年代に入って、EPIRB に GNSS (Global Navigation Satellite System: GPS, Galileo, Glonass 等)機能を追加し、EPIRB の信号プロトコルに GNSS によって把握した位置情報を信号データに組み込むようになって静止衛星（米国、欧州、インドが提供）が参加し、さらに中軌道衛星（MEOSAR）（高度 19,000km-24,000km）も加えられて現在に至っており、将来は MEOSAR に一本化される予定である（図 6-1）。



図6-1 MEOSAR を中心とする COSPAS-SARSAT のイメージ

1980年代のCOSPAS-SARSATの米ソ加仏による設立の後、1990年代に入って日本を含む多くの国及び組織が衛星からのダウンリンクを受信する地上局（Local User Terminal：LUT）を建設し、遭難信号を配信する部署（Mission Control Center：MCC）を提供して、COSPAS-SARSATに参加してきており、2020年現在で45か国が加盟している。

COSPAS-SARSATの本部は、設立当時は英国のロンドンにあった（INMARSAT本部内に間借り）が、現在はカナダのモントリオールに独自の本部を有している（カナダ政府と覚書を交わして設立した）。

COSPAS-SARSAT内の最高決定機関はCouncil（理事会）であり、米露加仏をメンバーとしているが、年1回開催されるOpen Councilには、加盟国も参加できる。

COSPAS-SARSATの組織の規定は、THE INTERNATIONAL COSPAS-SARSAT PROGRAMME AGREEMENT - CS P001に定められている。また、加盟国・組織の参加の仕方やLUT、MCC等の運営のためのガイドラインGUIDELINES FOR PARTICIPATING IN THE COSPAS-SARSAT SYSTEM C/C P007など、組織運営のための文書が作成されている。

## 6.2 衛星 VDES 国際機構に関する考察

SOLAS条約の第IV章のGMDSSに衛星通信システムを組み込む場合は、その衛星通信システムがIMO総会決議A.1001(25) CRITERIA FOR THE PROVISION OF MOBILE SATELLITE

COMMUNICATION SYSTEMS IN THE GLOBAL MARITIME DISTRESS AND SAFETY SYSTEM (GMDSS)に合致していることが求められる。また、その衛星システムが政府間の正式合意に基づく国際機関である場合を除き、IMOの監査（実際には、監査はInternational Maritime Satellite Organization: IMSO (IMO 本部建屋内にその本部がある) が実施することとなっている。今は民間会社となったINMARSATや、最近GMDSSの衛星システムとして参入することを承認されたイリジウム衛星通信システムは、このような監査を受けている。

衛星VDES国際機構を設立しGMDSSの一環を果たす場合、政府間の正式合意文書に基づいて設立されたものであるか、民間あるいはボランタリーな任意団体であるかによって、運営は大きく異なる。いずれの場合も、組織設立と運営のための公式文書を策定する必要がある。

組織の運営に当たっては、衛星を提供する者がリーダーシップを取ることは、恐らく自明であろう。また、組織の運営に関して、相当の協力（資金的、機構の場所的、人的）を提供することも、組織をリードしていくための要点となると考えられる。

公的な衛星VDES国際機構を立ち上げようとする場合は、関係すると思われる各国の政府機関あるいはそれに準じる組織に働きかけるべきであろうと思われる。

一方で、民間組織（民間コンソーシアムなど）を立ち上げてVDES衛星や地上局を運営してサービスを提供することも考えられる。このような組織がSOLAS条約のGMDSSにおいて海上安全情報の配信を担う場合は、IMOでの承認と監査の対象となる。2.5項に示したように、いくつかの民間グループが近い将来にVDES衛星を打ちあげてVDES衛星通信サービスを提供する計画を発表している。日本でも、民間コンソーシアムを立ち上げて、VDES衛星通信を提供しようとする場合は、単独でVDES衛星を打ちあげて衛星通信を提供するよりも、他の組織（民間）が打ち上げる衛星と強調してVDESデータ通信サービスを提供するほうが、資金的にも効率的にも優れていると考えられる。このような国際協調において、我が国がリーダーシップを取ることができるか、その方途はどのようなものであるか、検討する必要があるだろう。いずれにしても、海外との連携を前もって発展させておくことは有意義である。

## まとめ

上の調査の結果、以下を得た。

- (1) 低軌道周回衛星によって得られる通信可能時間を、衛星軌道（極軌道、高傾斜角軌道、赤道軌道）及び衛星数との関連で把握した。また、長楕円軌道衛星による通信可能時間も把握した。
- (2) わが国が VDES 衛星を打ち上げる場合、単独衛星の入手、VDES ペイロードを他の衛星に組み込む可能性を検討した。
- (3) VDES 船舶局は、海外で既存の製品が入手可能である一方、衛星 VDES 委員会で検討している協調航法、漁獲情報通信などの通信のためには、これらのデータ通信内容を更新できる船舶局装置の開発も検討する必要がある。
- (4) 小型船（漁船等）への VDES 普及のためには、小型で使用環境に合った耐用性の高い船舶局装置の開発が必要である。
- (5) 小型船（漁船等）へ衛星 VDES を普及させるためには、出力を制限して無線局免許及び無線従事者免許を簡素化あるいは免除する必要があることを抽出した。VDES 船舶局の制度はまだ固まっていないことから、このような免許の免除の方途を提案すべきである。
- (6) 近い将来に衛星 VDES 実証実験を実施する場合は、既存の衛星及び陸上局を使用することとなる。船舶局に関しては、小型船への利用及びデータ通信内容によっては、独自に開発するか、既存の装置の改造が可能であるか、調べる必要がある。
- (7) 衛星 VDES 通信を我が国が主導し国際的に強調して推進するためには、まず、政府あるいはその管轄する組織による組織とするか、民間コンソーシアムをベースとする組織とするかによって、方途が異なると考えられる。いずれの場合も、海外との連携を前もって発展させることは有意義である。

## おわりに

今次の技術 WG における検討によって、衛星 VDES 通信を実現するために必要な技術的な情報は、相当に得られた。

一方で、衛星 VDES データ通信を実現させるためには、その通信内容を実現させるための上位プロトコルの策定も必要であり、これはどのように利用するかを検討と相まって、さらに推進する必要がある。わが国主導で国際的に衛星 VDES 通信を実現していくためには、衛星 VDES 通信の実証実験を海外と協力して積極的に推進し、我が国の前向きな姿勢を提示することも重要であろう。

さらに、我が国が主導権を取って衛星 VDES 国際機構を設立するためには、衛星、陸上局、船舶局等のインフラストラクチャの開発と整備が必須であろうし、その方向を国際的に前広に発信して行く必要がある。

## 衛星 VDES 委員会 技術検討ワーキンググループ委員・専門委員名簿

(敬称略 五十音順、◎主査)

### 委員

岩本裕之	国立研究開発法人 宇宙航空開発機構(JAXA) (令和2年12月まで)
伊達木香子	国立研究開発法人 宇宙航空開発機構(JAXA) (令和3年1月から)
中川裕康	古野電気株式会社
樋口丈浩	国立大学法人 横浜国立大学 大学院
三浦正春	有人宇宙システム株式会社
宮寺好男	日本無線株式会社
横塚英世	アストロカブ株式会社
◎吉田公一	一般財団法人日本舶用品検定協会

### オブザーバー

北川弘光	公益財団法人 笹川平和財団海洋政策研究所
若林伸和	国立大学法人 神戸大学 大学院
渡辺忠一	公益財団法人 笹川平和財団海洋政策研究所

### 事務局 (公益財団法人 笹川平和財団海洋政策研究所)

赤松友成  
岩田高志 (2021.2 まで)  
角舘悠太  
工藤栄介  
田中広太郎 (2021.3 から)  
水成剛

さらに、利用ワーキンググループのメンバーも、技術 WG の会議に適宜参加した。



# 衛星 VDES 利用 WG

## 成果報告書

2021 年 3 月 24 日

公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所  
衛星 VDES 委員会  
利用ワーキンググループ





# 目 次

1. はじめに.....	104
2. VDES と衛星 VDES.....	106
2.1 VDES.....	106
2.2 衛星通信.....	109
2.3 現行 AIS の普及.....	110
3 検討の経過.....	113
3.1 全体会合.....	118
3.2 テーマ別会合 1（おもに外航商船）.....	122
3.3 テーマ別会合 2（漁船・小型内航船・小型船舶等）.....	138
3.4 テーマ別会合 3（事業化）.....	150
3.5 調査, 情報収集.....	153
4 利用可能性の提言.....	157
4.1 船舶識別.....	157
4.2 高度な航行システムにおけるデータ交換.....	158
4.3 漁船・漁業への適用.....	158
4.4 内航船への普及.....	159
4.5 全船装備にむけて.....	159
5 事業化とコンソーシアムの発足を目指して.....	162
5.1 コンソーシアムの目的.....	162
5.2 コンソーシアム設立スケジュールの検討.....	163
6 その他の活動・検討.....	164
7 終わりに.....	167
衛星 VDES 委員会 利用検討ワーキンググループ委員・専門委員名簿.....	168

## 1. はじめに

2020（令和 2）年 9 月、笹川平和財団では衛星 VDES（VHF Data Exchange System）に関する委員会を設置し、その下に技術に関する検討と利用に関する検討を行うための 2 つのワーキンググループを組織した。

第 1 回衛星 VDES 委員会において、利用検討ワーキンググループ（以後、利用 WG と称す）から、検討項目の例示を含め次の 3 点について提案を行った。

### (1) 利用WG の目標

衛星 VDES の利用可能性について、自由に意見・アイデアを出し合い、必要に応じて絞り込んでいく。

### (2) 利用 WG の作業計画

（NORSAT-2<sup>1</sup>等の不確定要素を含んだままどう進めるか）

コンソーシアムの設立とアライアンスに向けて、次の作業を行う。

- ① 利用コンテンツ・サービスの整理（一次案）
  - ・コンテンツの概略、サービス形態、想定ユーザー 等
- ② 利用コンソーシアムの設立に向けて
  - ・コンソーシアムの目的

### (3) 利用可能性について：当面の検討項目（例）

- ① 協調航法
- ② 船舶モニター、自律運航船、自動運航
- ③ 放送モードの利用法
- ④ 規則との関係（市場調査）

この提案の了承を得て、利用WG全体会合を計 6 回実施すると同時に、必要に応じて 3 つのテーマ別会合を開催して検討を進めた。また関係機関に対するヒアリング調査も併せて行った。

検討を進める中で衛星 VDES は、従来の AIS<sup>2</sup>等の船舶識別システムやインマルサット衛星通信等の通信回線とは異なり、その特徴を活かして海上を航行するすべての船舶およびブイ・漁網等、航行において障害となる可能性のあるものに可能な限り装備して航行の安全性向上を図るとともに、今後広がりが見込まれる自動運航船、自律運航船などへの情報利用にも適用が可能であるとの結論に至った。

---

<sup>1</sup> ノルウェーが 2017 年に VDES 実証実験を目的として打ち上げたマイクロ衛星

<sup>2</sup> Automatic Identification System 船舶自動識別装置

可能な限り多くの船舶には、大小の規模を問わずすべての船舶、すなわちプレジャーボートなどの小型船舶も想定する必要がある。また、これまで一般商船との間でコミュニケーションの手段を持たなかった漁船も対象とすることは、船舶運航全体の安全性向上に大きく寄与するものと考ええる。

このような全船への装備を考えた場合、地上系 VDES と衛星 VDES のシームレスな利用環境の整備、小型船舶等への装備が容易な小型かつ安価な機器の開発、さらには無線に関する免許制度の簡略化などの具体的な課題が明らかとなってきた。

本報告はこれらの検討結果をまとめたものである。

## 2. VDES と衛星 VDES

### 2.1 VDES

無線通信は海上を航行する船舶にとって不可欠なものであり、1900 年前後から様々な用途、形態で利用されてきた。現在、一般に通信はアナログ回線で人と人がメッセージ交換をするものから、デジタル回線でコンピューターとコンピューターがデータ交換を行うものに変化しつつある。無線通信回線については、中短波帯地上波からマイクロ波による衛星通信まで多岐にわたり、具体的な通信システムが実現されている。これらもアナログからデジタルへの移行が進んでいる。

近年デジタルデータ交換の需要が増加しており、VDES と呼ばれる地上波利用の低速データ通信回線が提案されている。その衛星通信を利用したものとして、衛星 VDES が提案されている。

また、最近約 20 年で普及した AIS は、150MHz 帯 VHF の地上波を用いて、付近の船舶との間で船位・針路・速力・船名等のデジタルデータを交換して情報を利用するものである。AIS は船舶識別や海上交通解析のデータとして広く利用されるようになった。しかし、国際航海に従事する 300 総トン以上、国際航海に従事しない 500 総トン以上等の船舶には、AIS 装備義務が課せられているが、それより小さな船舶には義務がない。また衛星利用のデータ交換は想定されておらず、通信可能エリアは周囲 2~30 海里の範囲に限られる等の問題も指摘されている。

そのような状況から衛星回線を利用することを前提とした衛星 VDES の利用可能性に期待がかかっている。VDES および衛星 VDES は AIS の後継として、船舶識別への利用も一つの用途であるが、さらにデータ通信回線として利用する可能性が拡がりつつある。大洋航海中にも対応可能な地球規模の船舶識別とともに、データ通信に対する有効な利用方法を検討することは大変意義がある。

VDES の規格や利用については現在も検討が進んでいるところであり、完全に決定したわけではない。しかし現行の AIS が通信速度 9,600bps であるのに対し VDES では数百 kbps を想定しており、より多くのデータの通信ができる可能性がある。船舶識別以外への海事分野での利用が提唱されており、IMO<sup>3</sup>では VDES の実現にむけた検討を進めている一方、IALA<sup>4</sup>ガイドライン G.1117<sup>5</sup>の文書にも VDES の利用分野 (MSP : Maritime Service Portfolio) について示されている。(表 2-1 参照)

---

<sup>3</sup> International Maritime Organization 国際海事機関

<sup>4</sup> International Association of Lighthouse Authorities 国際航路標識協会

<sup>5</sup> IALA GUIDELINE G1117 VHF DATA EXCHANGE SYSTEM(VDES) OVERVIEW

現行 AIS は地上波での利用のみを想定しており、大洋航海中の船舶の識別は目的としていない。最近船舶から送信される AIS 信号を衛星で受信できたものを衛星 AIS として利用されているが、これは正式な利用方法ではない。これに対して VDES は地上波での通信に加えて、衛星 VDES として衛星経由の VHF 帯を用いたデジタルデータ通信回線も想定している。これにより、従来の衛星通信に比べて安価であらゆる海域での利用が可能となれば、様々なサービス・用途への利用が広がると期待される。

表 2 - 1 VDES の海事サービスの分類, IMO e-navigation 戦略的実装計画  
(Maritime Service Portfolio, IMO e-navigation Strategic Implementation Plan)



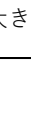
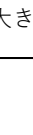
MSP	サービス
MSP 1	VTS Information Service (IS); VTS 情報サービス
MSP 2	VTS Navigation Assistance Service (NAS) VTS 航行援助サービス
MSP 3	VTS Traffic Organization Service (TOS) VTS 交通整流サービス
MSP 4	Local Port Service (LPS) 港湾サービス
MSP 5	Maritime Safety Information (MSI) service 海上安全情報サービス
MSP 6	pilotage service 水先サービス
MSP 7	tugs service タグボート サービス
MSP 8	vessel shore reporting 船陸間通報
MSP 9	Telemedical Maritime Assistance Service (TMAS) 海上遠隔医療支援サービス
MSP 10	Maritime Assistance Service (MAS) 海上支援サービス
MSP 11	nautical chart service 水路図誌 (海図) サービス
MSP 12	nautical publications service 水路書誌サービス
MSP 13	ice navigation service 氷海航行サービス
MSP 14	Meteorological information service 気象情報サービス
MSP 15	real - time hydrographic and environmental information services リアルタイム水路・海洋情報サービス
MSP 16	Search and Rescue (SAR) Service 捜索救助サービス

IALA Guideline 1117 – VHF Data Exchange System (VDES) Overview Edition 1.0 December 2016 より

## 2.2 衛星通信

一般に衛星通信といえば、概ね 1.5GHz 以上のマイクロ波帯の周波数の電波を用いたものが実用化されている。具体的に現在利用されている周波数帯を分類すると表 2-2 に示す 5 つがあげられる。

表 2-2 衛星通信に用いられる周波数帯の分類

略称	衛星に使用される周波数帯	衛星通信のサービス名 (例)	通信容量	降雨減衰
Lバンド	1.2~1.7GHz	・インマルサットBGAN ・イリジウム衛星携帯電話	小さい 	小さい 
Sバンド	1.7~2.7GHz	・ワイドスターIIサービス		
Xバンド	7.0~8.5GHz	・地球観測衛星等		
Kuバンド	10.6~15.7GHz	・IPSTAR衛星インターネット接続サービス ・OceanBB, ExBirdサービス	大きい 	大きい 
Kaバンド	17.3~31GHz	・IPSTARゲートウェイ回線 ・インマルサット5		

一方、VDES は VHF (150 MHz) 帯の周波数の電波を用いるもので、表 2-2 に示したマイクロ波より低い周波数であり衛星通信としては異例といえる。当然その長所と短所があるので、他の衛星通信と使い分けることを想定してその利用を考える必要がある。

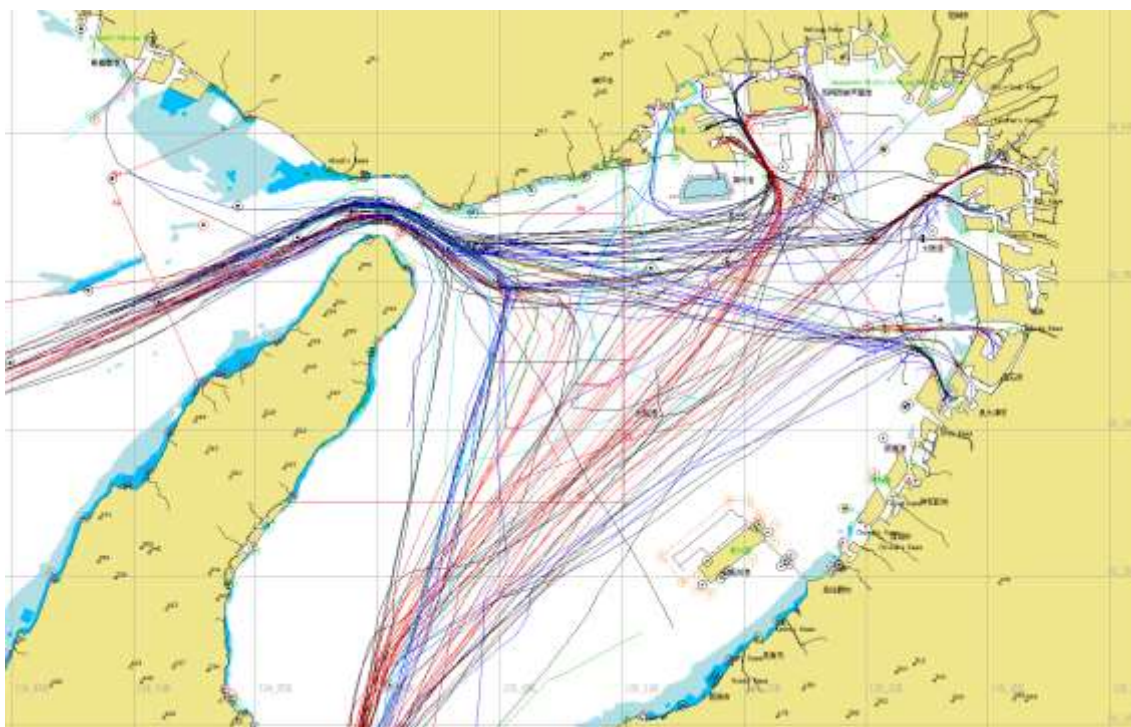
VDES は、通信速度は低速で通信容量は小さいもののマイクロ波による通信システムに比べてアンテナが簡易で低廉なものとする事ができるなど、装備上および導入コストの利点がある。また、VDES は「次世代 AIS」として検討されたものであり、AIS 画面に表示されている固有の船舶と AIS で取得した「船舶 ID」で直接双方向通信が出来る特徴もある。



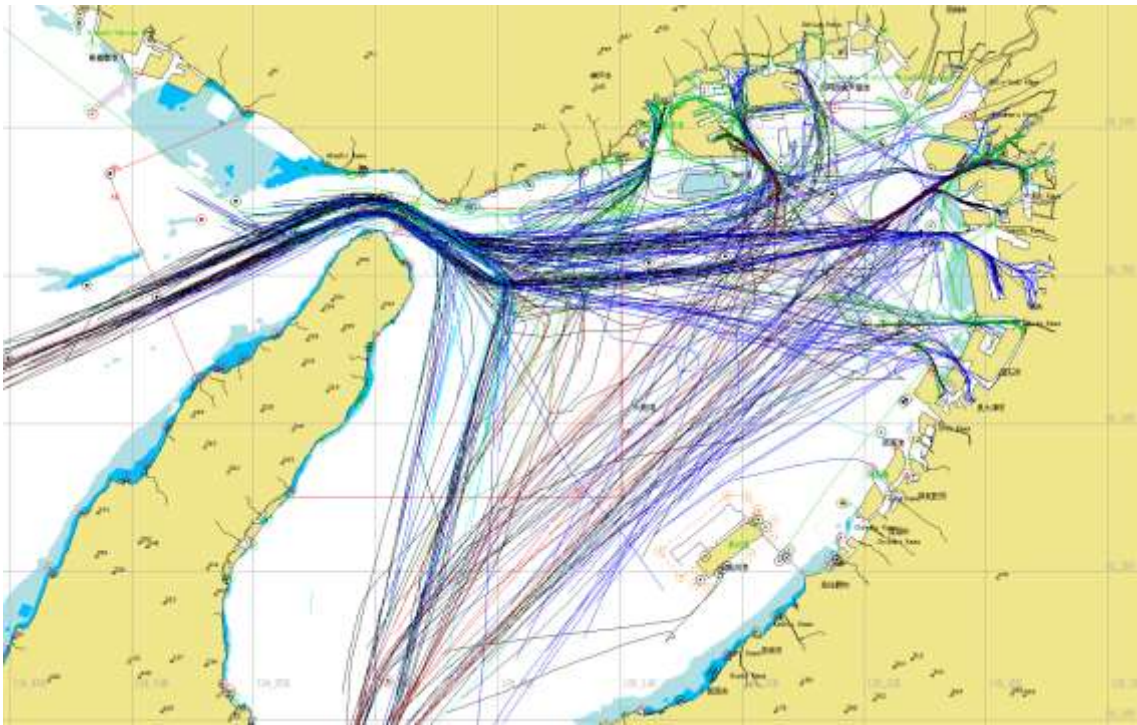
## 2.3 現行 AIS の普及

現在、船舶に搭載されている AIS は 2002 年頃から義務化が始まり、2008 年頃には移行措置も終わって搭載義務のある船舶にはすべて装備される状況となった。AIS は当初は主に操船に利用することを想定していたが、現在では海上交通解析や事故発生時の解析等にも活用されるようになり、そのデータの有効性について認識されるようになってきている。

図 2-1 は、AIS 記録データをもとに 24 時間の船舶の航跡を図に表したものである。同図 (a) は 2006 年 7 月、(b) は 2016 年 7 月の同じ曜日の状況を示している。約 10 年で AIS の装備が進んでいることがわかる。このように海上交通解析の基礎データとして AIS が活用されることが増えている。



(a) 2006 年 7 月 11 日 24 時間分の AIS 記録データによる船舶の動向 (大阪湾)



(b) 2016年7月12日 24時間分のAIS記録データによる船舶の動向 (大阪湾)

図 2-1 AIS 記録データによる海上交通解析の例

図 2-2 は、多数の走錨事故が発生した際の大阪湾の船舶の動きを示したものである。多くの船舶が走錨している様子がよくわかる。

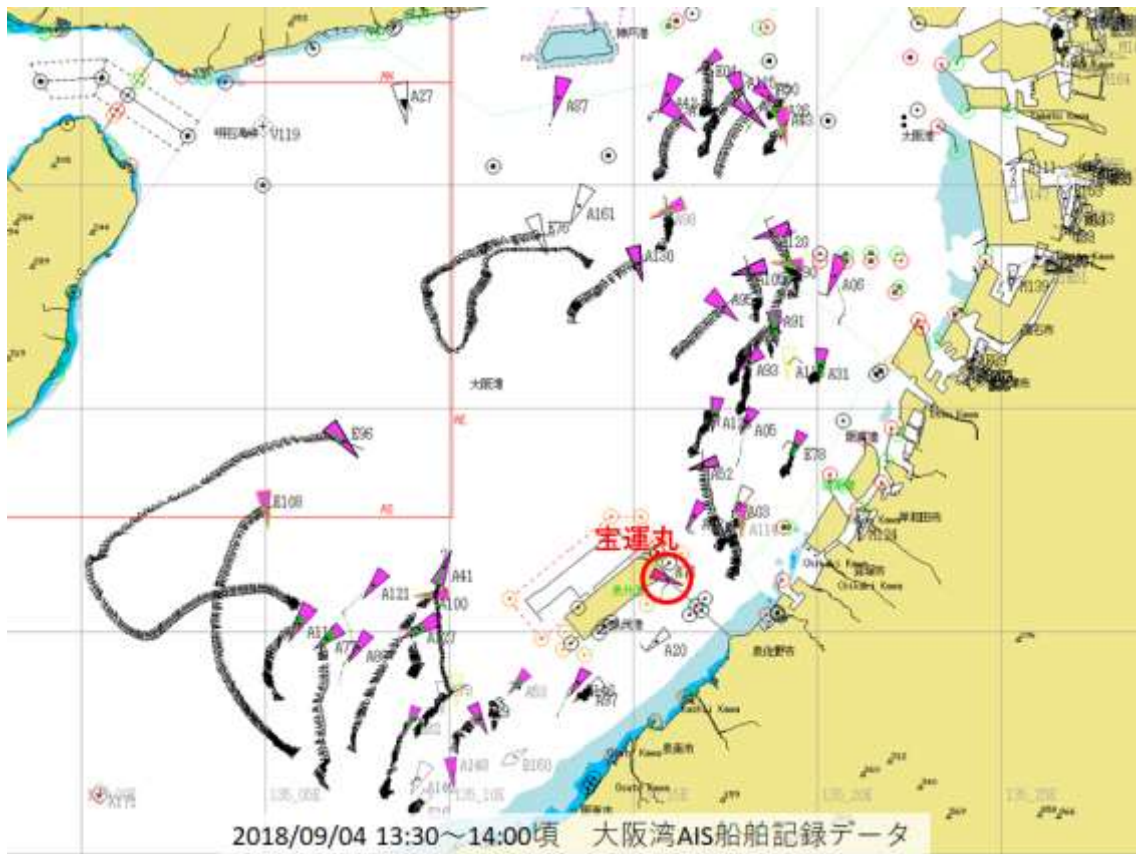


図 2-2 AIS 記録データの航跡による走錨事故の解析の例（2018 年 9 月 4 日大阪湾）

このように、すでに AIS は一定の規模の船舶では普及し、そのデータの有効性が示されている。VDES や衛星 VDES は、現行の AIS に完全に取って代わるものとして考えるのではなく、現行 AIS と上位互換性を持たせ、すでに AIS を装備している船舶でもその利用を可能とし、新たに装備する船舶では現行 AIS の機能向上と新しいサービスによる付加価値を提供して普及を図っていくべきである。

以下、衛星 VDES の利用シーンに関する利用 WG の活動と検討の経緯および具体的な利用に関する提言を示す。

●参考文献

- 1) 若林 伸和 著, 詳説 航海計器－六分儀から ECDIS まで－, p.203 (4.10 節), 成山堂書店  
ISBN 978-4-425-43181-6, 2018-6.
- 2) 2018 年台風 21 号襲来時の大阪湾における 錨泊状況に関する考察,  
若林 伸和, 林 敏史, 矢野 吉治, 日本航海学会論文集第 141 号, 24-32, 2020-02.

### 3 検討の経過

衛星 VDES の利用可能性について、自由に意見・アイデアを出し合い、必要に応じて絞り込んでいくとの方針の下、利用 WG では全委員から意見・アイデアを出し合った。その後、次の3つの利用分野別テーマを中心に検討の深堀りを行った。

- ①主に外航船、
- ②漁船・小型内航船・小型船舶等、
- ③衛星 VDES 事業化検討

さらに、テーマ毎のアイデア（シーズ等）を整理して衛星 VDES 委員会委員以外のユーザーに対してヒアリングを実施した。WG 会合は技術 WG メンバー希望者にもオープンとし、逆に利用 WG 希望者は技術 WG 会合に参加する形式で、相互意見交換を行った。

尚、当初予定していた NORSAT-2 の調査・ヒアリングはコロナ禍により次年度に延期となった。

利用 WG の活動としては、計 8 回の会合開催（テーマ別会合を含む）、勉強会 2 回開催（利用 WG 主催）、計 8 機関（委員会委員所属以外）のヒアリングを実施した。

検討の経過を以下に示す。

#### VDES 委員会・利用 WG の作業経過



(勉強会、ユーザーヒアリングの実施状況は次表を参照)

### 勉強会（利用 WG 主催）の実施状況

講演者	内容	実施日
海上保安庁海洋情報部 情報利用推進課 海洋空間情報室長 吉田 剛 様	・講演タイトル： 『海洋状況表示システム「海しる」について』 ・「海しる」概要並びに衛星VDESとの接続のヒントについて	20201124
学習院大学 法学部 法学科 教授 小塚 荘一郎	・講演タイトル：衛星VDESの事業化 ービジネスモデルと法的な考慮事項ー ・衛星VDESの事業化モデル、協調航法・船舶位置情報・MDA向け利用に関する法律上の課題と解決策	20201225

### ヒアリングの実施状況

ヒヤリング機関	主なヒヤリング内容	実施日
海保警備救難部	船舶安全航行関連	20201030
海保交通部	VDES利用促進関係	20201120
海保第五管区	VDES説明・利用促進関係	20201112
海保情報部	海しるとの接続について	20201119
日本内航海運総連合会	内航船向け航法・通信装置利用の現状・将来計画意見交換	20210126
水産庁増殖推進部 研究 指導課	漁船・漁網AIS関係の現状と今後の利用促進について	20201223 20210115
漁業情報サービスセンター	漁業情報分野での宇宙利用現場と現場ニーズ	20201030
日本海洋レジャー安全・振 興協会	レジャー船向け利用の現状と潜在ニーズ	20201116
(株)東洋信号通信社	港湾向け利用の現状視察と今後の利用推進について	20201109

尚、技術 WG より海外動向情報（中間）を参考情報として提示を受け、利用検討の参考資料とした（詳細を次ページに引用転載する）。

衛星 VDES 利用 WG への input

2021-0129 吉田公一

① NORSAT-2 の利用実績。

Norwegian Coast-Guard Agency (NCA), Space Norway, European Maritime Safety Agency (EMSA)及び Kongsberg SeaTex は 2019 年 9 月に、共同プロジェクト VASP: VDE-SAT Application and Services Platform を立ち上げ、衛星 VDES (VDES-SAT)を利用して、船舶の安全情報に関するデータ通信を実証するトライアルを実施する計画を立てた。このデータ通信には、船舶位置情報(AIS を活用)、気象・海象を含む海上安全情報(Maritime safety Information: MSI)の配信、氷山情報の獲得と配信、その他船舶の安全航行に関わる情報を含み、船舶側からの情報提供も視野に入れている。その構想を図 37 に示す。VDES データ通信は、ITU-R M2092 及び IALA G1139 に従って行うことを想定している。このプロジェクトは 2020 年 9 月現在、システムデザインを進めているところである(図)。

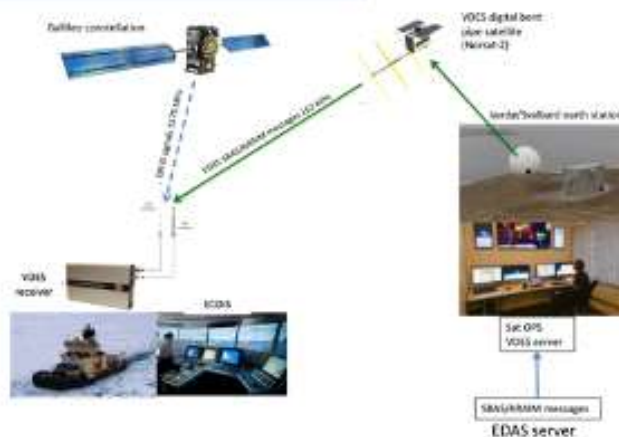


図 37

なお、2019 年の世界無線会議は、AIS 及び VDES への周波数の分配を拡大した。VDES に関しては、表 4 の周波数を分配した。従って、2020 年以降は VDES (特に衛星 VDES)の利用が拡大することとなる。

Method	SAT-VDE channel (uplink)	SAT-VDE channel (downlink)	ASM satellite detection
	Priority (effective date) (Referenced ITU-R Rec.)	Priority (effective date) (Referenced ITU-R Rec.)	Priority (effective date) (Referenced ITU-R Rec.)
C1-A	1024, 1084, 1025, 1085, 1026 and 1086 MHz (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.1[VDES])	2024, 2084, 2025, 2085, 2026 and 2086 MHz (space-to-Earth), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.1[VDES])	2027, 2028 MHz (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.1[VDES])
C1-B	1024, 1084, 1025, 1085, 1026 and 1086 MHz (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.1[VDES])	2024, 2084, 2025, 2085, 2026 and 2086 MHz (space-to-Earth), Primary Annex 1 to RR Appendix 5 (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.1[VDES])	2027, 2028 MHz (Earth-to-space), Secondary (1 Jan. 2019) (Rec. ITU-R M.1[VDES])
C2	148-149 MHz (Earth-to-space), Primary (existing) (-)	137-138 MHz (space-to-Earth), Secondary (existing) (-)	148-149 MHz (Earth-to-space), Primary (existing) (-)

VDES Channel Allocations in Radio Regulation

② 衛星 VDES を「安心安全」目的に利用可能かの確認

現在有効な SOLAS 条約第 IV 章 GMDSS においては、AIS (及び VDES) は、遭難警報(Distress alert) 用には掲げていない。SOLAS 条約第 IV 章 GMDSS の 2024 年 1 月 1 日発効の改正案では、海上安全情報 (Maritime Safety Information: MSI) の配信手段を、NAVTEX 及び INMARSAT に限定せず、その海域で入手可能な手段で行えるようになる予定である。これは、ITU-R へも伝達済みである (IMO から ITU-R への statement)。WRC2023 では、SOLAS/IV 章 GMDSS の改正に関わる無線規則 (RR) の改正が議題となっている。但し、(現在及び 2024 改正の双方において)。すなわち、2024 年以降は、SOLAS 条約第 IV 章のもとで、VDES (衛星 VDES) による海上安全情報の配信は、それを実施する主管庁の判断で可能になる予定である。

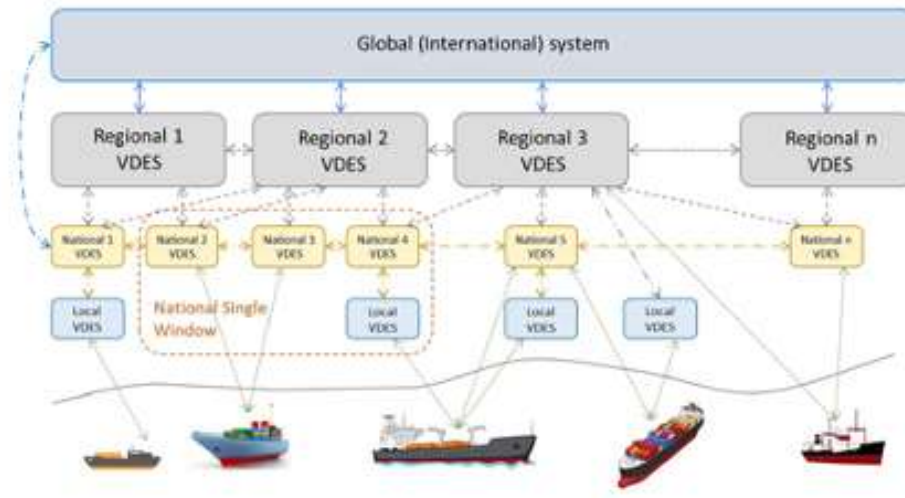


海上安全情報の伝達に衛星 VDES を利用する構想

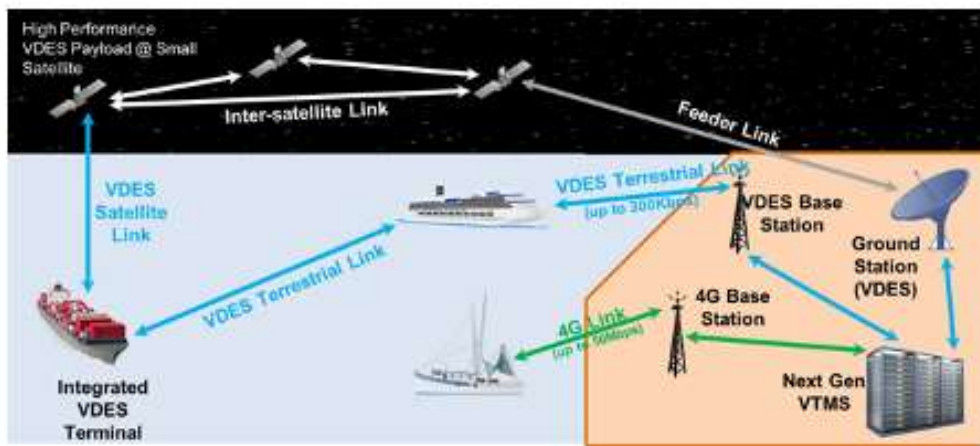
船舶データの陸上との交信に VDES を利用する構想は、すでに多く表明されており、SAAB、MAROIT 等のプロジェクトも、ここを狙っている模様である。



船上データの VDES による通信の構想



Expected VDES Global System



③ 小型船舶向け VDES 通信装置が成立するかの検討:

電波利用者免許不要になる可能性のある「簡易型 VDES」(出力5W 以下を想定)で、衛星通信の実現可能性は、衛星 VDES の実証実験で検討すべき課題の一つである。

現時点では、VDES(地上系、衛星系とも)の無線局免許及び無線従事者免許に関しては、定まっていない。当調査研究では、どのような免許制度が望まれるか、望ましいか、今年度の報告に掲げる予定である。



## 3.1 全体会合

衛星 VDES の利用検討は、これまで利用ワーキンググループの会合を 7 回開催し、本委員会の方針確認、技術ワーキンググループとの相互検討依頼等を行いながら進めた。

これまでの議論を以下に整理する。

- ・衛星 VDES は海洋安全航行の通信インフラであるが、利用対象を小型船舶の領域にも広げて、グローバルな海上活動にも利用可能とする海洋安全航行の通信インフラである。
- ・安全・衝突防止、自動運航・遠隔操船・無人船の運航制御、海洋状況認識、情報サービス、海洋セキュリティ等々ビジネス要素も含めた幅広い目的用途に利用可能である。
- ・現状は、衛星 VDES に対する利用者（ステークホルダー）の認知度が低く、利用に向けての法整備等がされていない。啓発普及活動を促進することが重要。（欧州に後れをとっている）
- ・航行安全の基本機能である船舶識別のための AIS 機器の船舶搭載が思うように進んでいない現状の理解が衛星 VDES 普及の鍵となる。
- ・今後、予想される衛星 VDES 普及に向けて、通信容量、リアルタイム性の対応可否等システム仕様の検討とともに、衛星 VDES の認知度を向上させるための活動、小型船舶・小規模事業者向けのコストパフォーマンスの優れた VDES 端末の開発、普及を促進する法規制への働きかけ等が必要である。

以下、衛星 VDES の通信形態の想定、利用用途、ビジネス（事業化）のポイント、現在の環境と VDES 普及の課題、今後の検討課題・取組みの項目に分類して、検討した結果を説明する。

### (1)衛星 VDES の通信形態の想定

衛星 VDES は、高度 600km の円軌道を回る衛星を介して、(AIS+ASM<sup>6</sup>+VDES) の複合通信サービスを行う。(海上移動通信業務に限定) 通信対象は、大型船、小型船（漁船・プレジャーボート）、海上施設、ブイ及び陸上の運用局である。したがって、通信形態は、船舶-船舶（含む異種船舶間）通信と船舶-陸上局間の船陸間通信であるが、利用者がそれを意識することなく、地上通信網（携帯通信網やインターネット）とシームレスな通信ネットワークが望まれる。

通信サービスには、海上のブイを中継する通信形態の実現性も検討されている。

通信時間は、衛星が高度 600km の円軌道を周回することから、その軌道と衛星機数の

---

<sup>6</sup> Application Specific Messages AIS アプリケーションのメッセージ

関係から、リアルタイム双方向通信、間欠通信等の時間特性が決まる。実効的な通信容量、通信時間等は今後のシステム要求分析による。

## (2)利用用途

ワーキンググループにおいて議論された利用用途を表 3-1 に整理する。

表 3-1 衛星 VDES 利用用途

NO	目的	利用用途	備考
1	安全・衝突防止 (火災・座礁・衝突)	①船舶間双方向通信による情報共有 ②協調航法 ③港湾の入港・着岸制御	漁船・漁具・ブイ・浮き漁礁も対象とした異種船舶通信。
2	自動運航・無人運航	①遠隔操船(運航監視制御) ②船舶識別 ③船舶機器、温度、圧力等モニター	周囲状況・相手の意図の把握
3	放送	①警備救難放送 ②危険航海警報 ③海洋気象等	NAVAREA11 向け
4	海洋状況認識	①グローバル VTS ②洋上施設モニター ③各種観測情報	
5	情報通信	①漁船-漁協/船社間情報通信 ②小型船向け情報提供	メール・運行状況・漁業監理・プレジャーボート等
6	海洋セキュリティ	対象船追跡	密輸対策
7	ビジネス	漁獲物の産地証明 船舶動静情報利用サービス 等々	

上述の利用用途において、喫緊の対応として漁船・漁具と大型船とのトラブルが議論された。トラブルは、大型船に漁船や漁具の存在を報知する船舶識別や相互通信機能の具備が普及していないことが要因で、漁船-大型船の情報共有通信システムの構築が求められる。船舶識別(含む小型船・プレジャーボート)には AIS 機器の装備が必須となるが、我が国の規定では、AIS 装備は船舶、航路標識に対してのみ認められているため、漁具・

浮き漁礁等海上事故の対象物には AIS 装備が許されない状況にある。さらに、将来の無人運航もしくは自動運航には船舶識別が必須となることから、AIS 全船装備が今後の衛星 VDES 展開の鍵となる。

また現在、プレジャーボート等のレジャー船への情報提供手段として携帯通信が活用されているが、携帯通信の届かないエリアにおける情報提供手段として、衛星 VDES の活用を考える必要がある。

表 3-1 の目的欄に示された、1.安全衝突防止 2.自動運航・無人運航 5.情報通信 6.海洋セキュリティへの利用には、10 分間程度の間欠通信では実現できず、リアルタイム連続通信が求められる。その場合、衛星 VDES はコンステレーション構成となる。

### (3) ビジネス（事業化）のポイント

ビジネス（事業化）展開の検討に際し、指摘されたのは AIS データの信憑性と AIS 装備率の低さである。AIS は現在、不良・欺瞞データが意図的なものも含めて多く、また船舶の判断で停波することができる。さらに通信方式が TDMA<sup>7</sup>方式であるため、船舶が多数アクセスした場合にコンフリクトが発生し、すべての AIS データの伝送が難しい。事業化成功のひとつのポイントが、正確な船舶識別のために、全船に AIS 装備を図り、AIS のデータの欺瞞や停波することを制約する仕組みが構築できるかどうかある。

### (4) 現在の環境と VDES 普及の課題

現在の衛星 VDES は厳しい環境にある。ヒアリング・調査によって次の状況が見えてきた。

- ・海洋に関する国際会議において、衛星 VDES が話題にのぼることはない。
- ・衛星 VDES で、現状から何ができるようになるのかわからない。
- ・国際 VHF 音声回線のデジタル化の方針も、現場（欧州）から反対の意向が出されている。

（現システムで困っていることはないのになぜ費用をかけて変える必要があるのか）

- ・日本は小規模事業者が多く、費用のかかることには反対で、未だに音声・FAX による通信に依存している。（費用をかけてどんなメリット・利益が得られるのか）
- ・安全より利益重視、漁獲量重視の意向が未だ強い。
- ・衛星 VDES の法整備は未だ進んでいない。

（積極的に VDES を利用するという段階には至っていない）

- ・スマホで得られる情報以上にどのようなメリットがあるのか  
（小型ボート・プレジャーボート等のレジャー船、沿岸域の船舶において）
- ・AIS 装備率が小型船舶ほど低い。（漁船 1.58% @H28）

---

<sup>7</sup> Time Division Multiple Access 時分割多重通信方式

このような状況から、衛星 VDES 普及には、システムと導入メリット等の認知度が低いこと、システム移行や新規導入コストへの拒否感、VDES 導入への運用準備作業の停滞といった問題を解消する必要がある。

#### (5) 今後の検討課題・取組み

衛星 VDES を取り巻く環境を認識しながら、今後の検討課題と取組みを整理する。

- ・衛星 VDES システムの要求分析（通信能力、軌道、ユーザー機器要求）に基づくシステム構想の具体化
- ・システム構想に基づく日本版衛星 VDES システムに関するシンポジウム・ワークショップの開催 → 利用ユーザー開拓
- ・国際運用協力の枠組みによる衛星 VDES 導入気運向上の醸成
- ・ユーザー（特に小型船舶）の要求に応える情報サービス、導入機器への要求検討
- ・利用ユーザーを巻きこんだ利用アプリ開発（産・学協働）仕組みの構築
- ・衛星 VDES 対応ユーザー端末仕様のフィジビリティスタディ（導入コストシミュレーション含む）
- ・ITU.R<sup>8</sup>-2092 準拠の衛星 VDES システムの実証実験（サービス性能評価を主体とする）
- ・2025 年大阪万博への自動運航船デモの実施に向けた準備
- ・衛星 VDES 導入及び利用促進に向けた法整備（通信免許の簡便化等）施策の働きかけ

これらの取組みは、2025 年大阪万博におけるデモンストレーションを当面のマイルストーンとして活動を促進することが望ましい。次年度から実現に向けた具体的な活動・構想検討が必要である。

---

<sup>8</sup> International Telecommunication Union Recommendation 国際電気通信連合の勧告

## 3.2 テーマ別会合1（おもに外航商船）

VDES は、次世代 AIS と呼称され、AIS+ASM+VDE+Sat を融合したものである。現在、外航商船では、AIS 装置が装備され、電子海図（ECDIS）上でレーダー画像他の情報を一元管理しながら運行されている。この AIS 装備は、国際海事機関（IMO）による性能要件の勧告により、SOLAS<sup>9</sup>条約で船舶搭載設備に追加され、2002 年 7 月より順次、一定条件（下記）の船舶に対して搭載が義務付けられ、我が国では船舶設備規定により搭載が義務付けられた。AIS の導入目的と搭載義務船舶は下記の通りである。

### ●主目的(IMO MSC<sup>1074(69)</sup>ANNEX 3)

- ✓ 船舶同士の衝突予防
- ✓ 通過船舶とその積荷情報の把握
- ✓ 船舶運航管理業務支援

### ●搭載義務船舶

- ✓ 国際航海の全旅客船
- ✓ 300総トン数以上の国際航海する船舶
- ✓ 500総トン数以上の非国際航海の船舶

（内航船は500総トン以上に義務化。尚、搭載義務の無い船舶向けの簡易AISも利用されている）

外航商船にとって、AIS は GPS<sup>11</sup>同様に日常的に利用されており、公海上で約 20Km 以内の AIS 搭載船の動向が把握できる。また、入港時の海上保安機関への通話連絡を代行出来るため、操船に集中できる等のメリットがある。現在利用中の「現行 AIS」と「地上 VDES」並びに「衛星 VDES」の比較を一覧表で示す。

---

<sup>9</sup> The International Convention for the Safety of Life at Sea 海上人命安全条約

<sup>10</sup> Maritime Safety Committee 海上安全委員会

<sup>11</sup> Global Positioning System

## 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

本節では、外航商船に VDES が導入され、双方向通信が可能な VDE 機能並びに衛星を利用した情報管理範囲の拡大が可能になる場合に、外航商船としての利用可能性に関して「テーマ別会合(主に外航商船)」にて議論・検討を行った結果をまとめて報告を行う。

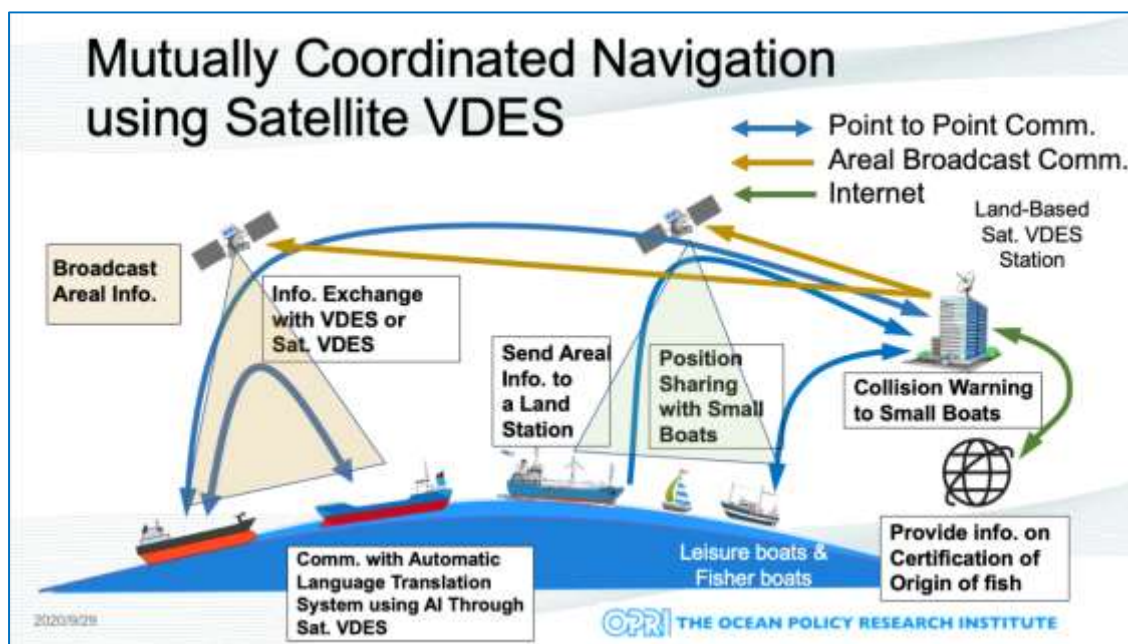
### (1)衛星 VDES の国内外動向

衛星 VDES は、国際航路標識協会 (IALA) に於ける標準化検討と並行して、ESA (欧州宇宙機関) を中心に検討が行われてきた。そして、ノルウェーは、ESA に NORSAT-2 衛星の提案を行い、2017 年に打上げた。NORSAT-2 衛星は、VDES 搭載機器を Kongsberg 社 (ノルウェー) が製造し、衛星バスを UTIAS/SFL (University of Toronto Institute for Aerospace Studies/Space Flight Laboratory ; カナダ) が供給し、ロシアのソユーズロケットで打上げられた。

この NORSAT-2 衛星を利用した通信実験には、ノルウェー以外に ESA 加盟国であるオランダ、イギリス、ドイツ、イタリア、スペイン等が参加し VDES 衛星による実機通信により有効性が実証された。

これら成果を受けて、2020年8月に SAAB<sup>12</sup>が中心に 2022年に VDES 衛星 2基打上げ計画が発表された。また、2020年9月の IALA eNAV26 会合でデンマークより、2028年までに 60基体制構築の構想発表があった。

なお、同2020年9月の IALA eNAV(e-Navigation)26 に於いて、(公財) 笹川平和財団 海洋政策研究所より、「衛星 VDES を利用した協調航法」並びに「衛星 VDES 国際運用センター整備」の提言が行われた。(下図に提言資料抜粋を示す)



一方、船舶搭載用 VDES に関しては、Kongsberg Seatex (ノルウェー) が NORSAT-2 で開発・実運用で実績がある。

地上 VDES 関連では、日本無線が海上保安庁の VDES Test Bed 実験で VDES 装置を供給している。CML 社 VDES1000 は、DSP 構成で設計されており、VDES 仕様変更に対応可能であり、カナダコーストガードの VDES 地上実験で利用された実績がある。また、Saab (スウェーデン) は、「R60 VDES Base Station」を開発・製品化し市販を行っている。

VDES 関係の規格に関する整備状況は、下記の通りであり、IALA ガイドライン G1139 の第 4 版 (2020 年 1 2 月) 並びに ITU M.2092-1 が近日発行の予定となっている。

<sup>12</sup> スウェーデン・ストックホルムを本拠とする航空機・軍需メーカー

## VDES関係の規格(整備状況)

(2020年10月現在)

- 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。

### (2)衛星 VDES の利用

VDES (次世代 AIS) 国際標準化のためのワークショップが2013年より開催されており (<https://blog.canpan.info/oprf/archive/1379>)、2014年開催のワークショップ時の利用検討結果は下記の通り報告されている。

#### 3.2.4 Application and data volume

本議題ではまず、VDESの利用方法として、各参加者より以下のものが挙げられた。

- ・海象情報やバース情報等のASMによる提供
- ・ルート情報の共有
- ・船舶情報データベースを活用した余裕水深情報の提供
- ・パイロット情報の提供
- ・衝突回避のための航行意図の明示

さらに、VDESは商用目的として、以下の目的で利用されるのではないかとの結論に達した。

- ・航行安全
- ・セキュリティ
- ・運航効率性の向上
- ・海上環境の保護
- ・E-mail

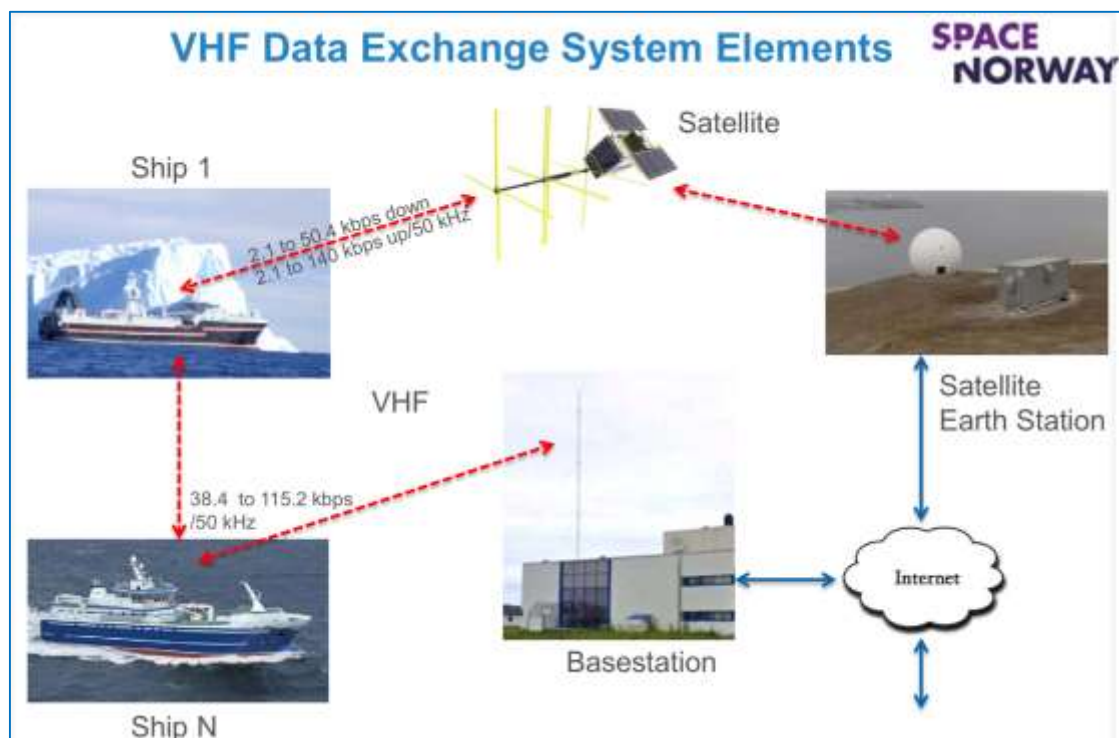
第2回次世代AIS国際標準化のためのワークショップ 開催報告  
竹内謹治、NAVIGATION (188号)、H26



IALA のガイドライン (G.1117) に示された利用分野 (MSP) は、表 2-1 のとおりであるが、加えて衛星 VDES (NORSAT-2) で先行するノルウェーでは、次のような利用事例が報告されている。

#### < NORSAT-2 利用事例 >

- ノルウェーは、2017年7月に NORSAT-2(VDES 衛星)を  
打上げ、北極海中心に実験運用中。
- ◆用途： ①北極海の海水データ送信等、NAVAREA 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



出典：「Norsat-2 AIS+VDES」 (NORWAGIAN SPACE CENTER)  
[nfas.autonomous-ship.org/gmknfas-70215/6\\_mikrosat.pdf](https://nfas.autonomous-ship.org/gmknfas-70215/6_mikrosat.pdf)

これら背景を元に、VDES 利用に関し検討会にて下記のようなシーズ側アイデアが発表された。

①「協調航法」による安心・安全の強化

現在、船陸間通信は、海洋 BB、インマルサット通信等が利用されている。また、周辺にいる船舶との通信は、国際 VHF を利用した交信を必要に応じ実施している。しかし、AIS 画面に表示されている特定船舶の電話番号が分からないため、直接通信が難しい等の改善事項も有る。

VDES は、AIS とリンクしており船舶 ID 番号が解るため、特定船舶と「LINE」の様にメッセージ交換（全二重通信）等が可能になり簡便で確実な情報交換が期待できる。

また、今後自律船時代では省人化が進むため、周辺船舶との航法計算機による連絡調整を行い、安全強化の一環として「協調航法」へ発展することが期待される。

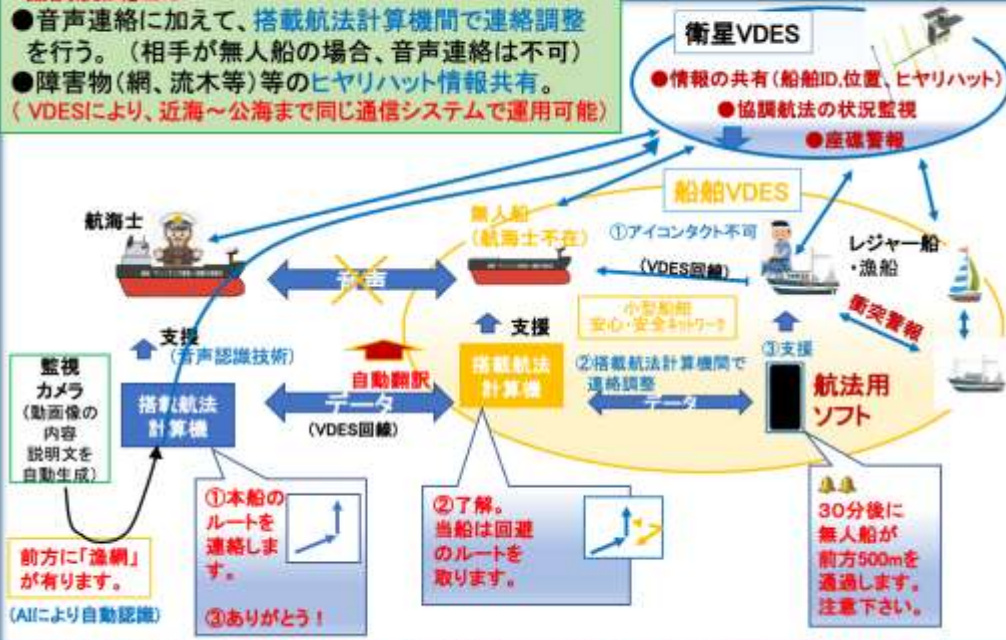
尚、周辺海域の小型船とメッセージ交換を行うことで、小型船船長の「安心」の確保にも貢献が期待できる。協調航法の説明図を下図に示す。

協調航法では、AI 技術を導入することで、ヒヤリ・ハット情報の自動抽出（漁網位置、流木、浅瀬等）、並びにメッセージの言語翻訳機能も利用可能になる。特に操船に忙しい時（手が離せない時）、外国船の場合の情報交換には、メッセージを翻訳し代読する機能は便利で有効な手段になることが期待されている。

## 「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。(VDESIにより、近海~公海まで同じ通信システムで運用可能)



出典:IALA向けOPRI資料「Proposals on the Use of Satellite VDES - Mutually Coordinated Navigation, and VDES International Operation Center -」

## 協調航法で利用可能なAI技術(例)

### 動画の内容説明の自動生成

・ビデオの内容を表す文字をAI技術「リフレントニューラルネットワーク」で生成  
 ・従来の手法では認識が良かったが、「画像認識と物体検出」を導入し、文脈の認識を可  
 変させることで、認識精度を高める

	結果: A man is drinking. 本語: A <b>girl</b> is doing <b>makeup</b> .
	結果: A dog is playing with a dog. 本語: A <b>boy</b> is playing with a dog.
	結果: A man is riding a car. 本語: A <b>motorist</b> is riding a <b>boat</b> .
	結果: A man is riding a bicycle. 本語: A man is riding a <b>bike</b> .

- 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)

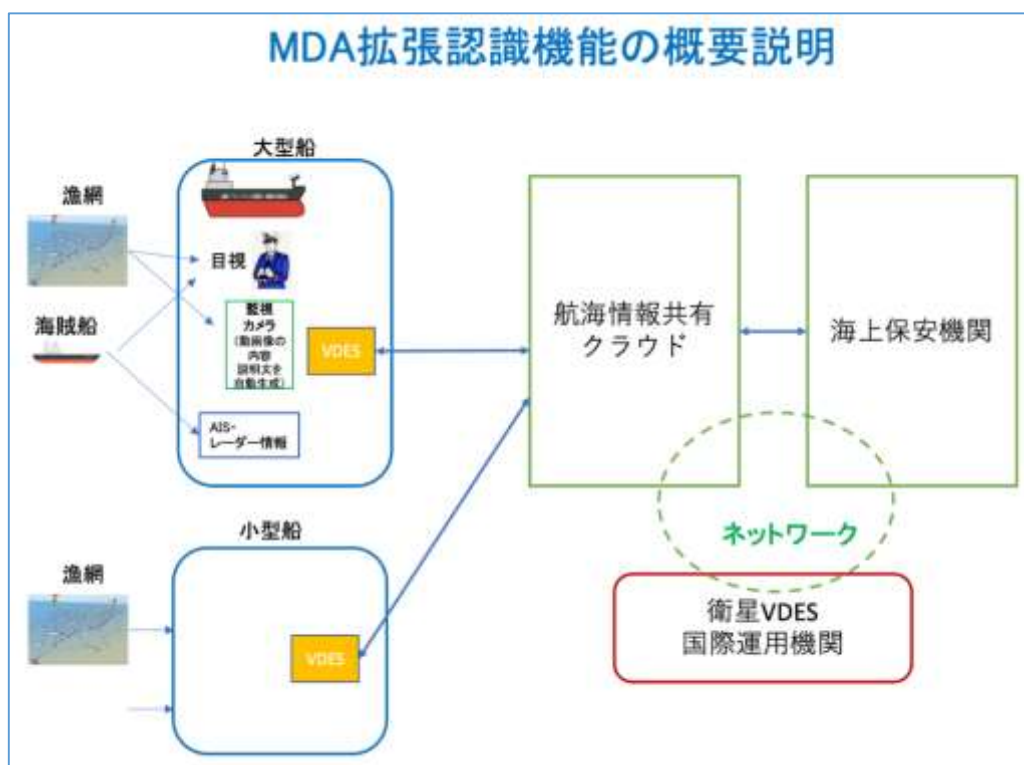
## ②海洋状況把握（MDA<sup>13</sup>）拡張認識機能

海洋の状況を認識することは、外航商船を含め海洋に関係する人にとって基本的事項であることは言うまでもない。加えて、外航商船では、AIS 受信が可能な半径約 20 km より広範の海洋状況（例えば、先行船舶の航路情報や目的港湾・沖合海域の混雑度等）をシーンとして捉えることで一層の効率化が期待できる。

上述の協調航法では、漁網設置等のヒヤリ・ハット情報を関係者で共有（ギブ・アンド・テイク）しながら、安心・安全の確保を図ることを検討している。外航商船は、活動海域が広く、物流航路に多数存在しているため、海洋の状況を正確・高頻度に集めることが可能であり期待されている。

具体的には、次の様な情報を VDES 経由で、「海洋情報共有クラウド」に集約・共有する方式（MDA 拡張認識機能と呼ぶ）が考えられる。

- ・ 大小船舶の位置情報／航跡履歴（自船より大きな船が通行した航路が解る）
- ・ 他船の AIS・レーダー情報共有
- ・ 障害情報共有（漁網等）



## ③航行警報情報の配信

現在、各国の海上保安機関より航行警報情報が送信されている。国際的には IMO が NAVAREA 海域の航行警報情報送信を主要国に責任海域として定めている。

<sup>13</sup> Maritime Situation Awareness

NORSAT-2 がノルウェーの NAVAREA 責任海域である北極海向けに航行警報情報放送に利用する事例が報告されている。

一方、これまで航行警報情報受信用に IMO で NAVTEX 利用が設定されていたが、先般 IMO 基準変更があり、通報受信装置 (NAVTEX) の特定が解除された。

従って、責任海域担当の主要国が、衛星 VDES を利用した航行警報情報放送の促進検討が重要となっている。我が国は、下図に示す通り、マラッカ海峡・南シナ海を含む NAVAREA-XI 海域が、責任海域となっている。

また、従前の送信情報から、下記のような情報放送を追加することが有効と考えられる。


- 航行警報情報の情報共有  
(協調航法に利用。漁網位置、流木、浅瀬等の情報他)
- 燃費改善のための海流データ
- 漁場予測データ
- 海図更新情報

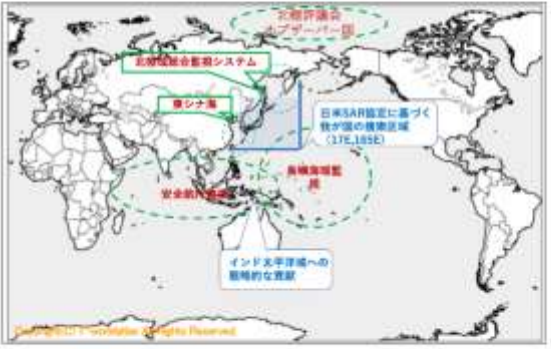
### 海洋宇宙連携体制の活動エリア

- 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、保有船隻量は世界第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戒業務エリア (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戒業務エリア (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。

#### ④衛星 VDES 導入による危険航行警告

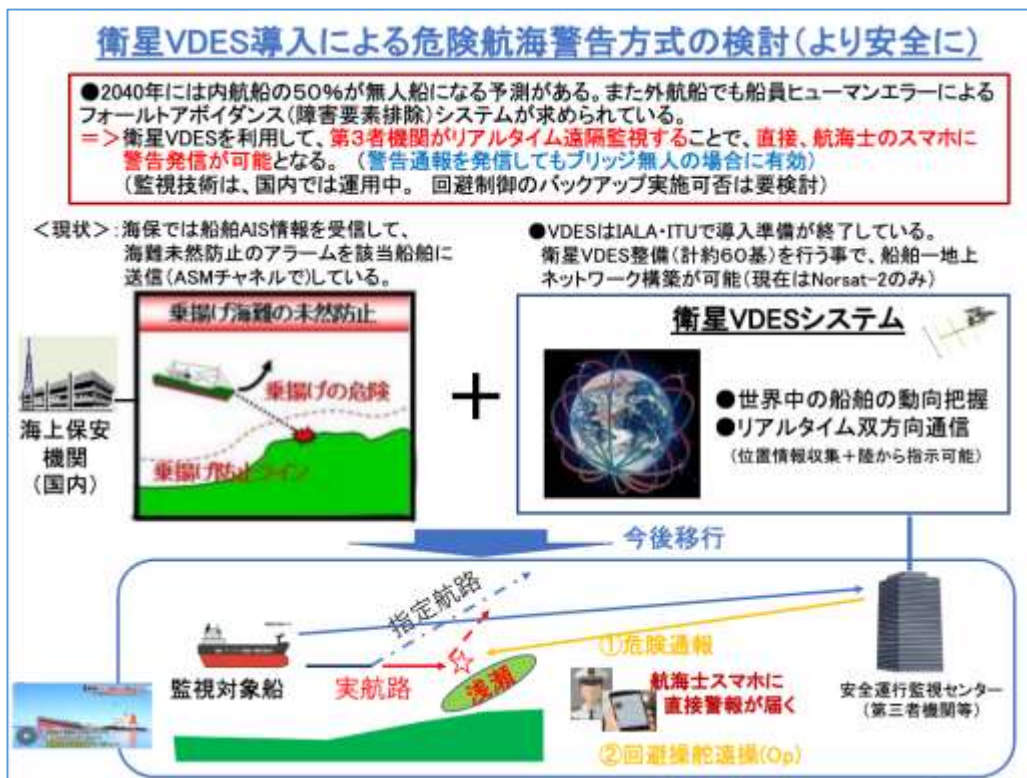
船舶の座礁事故は多く発生している。海上保安庁では、現在、地上 AIS 情報が受信できる海域（ほぼ領海内）で、投錨中に流されている船や、浅瀬に向かっていている船に気がついた場合は、警告を発信することも実施している。

外航商船の乗組員は外国人も多いが、現場での努力に反して、昨年モーリシャスで不幸な海難事故が発生してしまった。

現在、衛星 AIS を利用して世界中の AIS 搭載船の船舶位置は約 1 分毎に把握できる時代であり、今後、VDES が利用可能になった場合は、遠隔で第三者監視を行い、座礁・衝突等の危険が予測される場合に、VDES 経由で警報を発信することが可能になる。この場合、衛星 VDES は地上 VDES 通信域外で利用されることが予測される。

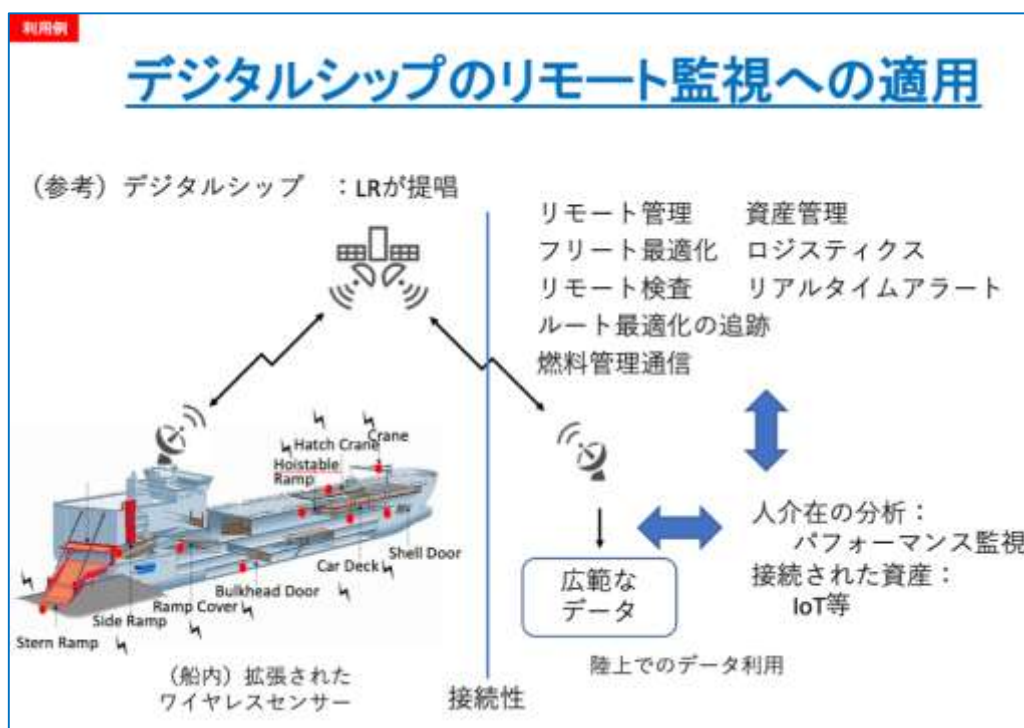
同様に、自律航行船が実運用段階に移行する場合に、メインで利用する海洋ブロードバンドまたはインマルサット通信等に対するバックアップ回線が必要となってくる。衛星 VDES は、回線スピードが中速度であるが確達性があるため、自律運航船を安全な状態に移行させるための「ワン・コマンド」用のバックアップ回線としての利用が考えられる。

（無人船の監視用回線のバックアップ回線（回線断の船舶のみ対象）も同様）



### ⑤船舶（デジタルシップ）のエンジン等の監視

今後、デジタルシップ（下図参照）が普及した折に、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ことが予測される。この場合、船内監視の結果、地上支援が必要な船舶に対して、特定船舶との「臨時回線」として衛星 VDES を利用するケースも考えられる。但し、衛星 VDES の回線速度は最大約 300kbps（インマルサットフリートブロードバンド通信は最大 432kbps）であり、動画等の大容量データ送信は難しいため、船舶側でエッジ処理またはデータ圧縮が必要になる。



### ⑥AIS の課題解決へ利用

現在のAISが様々な場面で利用されているが、次のような課題に対する改善要望がある。

- データ受信ができない地域がある。
- 船舶側の都合で停波できるため、全搭載船舶の動静把握が出来ない場合がある。
  - －管理側停波 : 海上自衛隊の護衛艦や海上保安庁の巡視船、水産庁の漁業取締船等の船艇は職務遂行時に停波
  - －利用者側停波 : 海賊やシージャックなどにシステムを悪用されるという懸念から、危険海域では停波(臨時的措置)したり、操業中の大型漁船が漁場の機密を保持する為に停波等
- データが正しくない(データ欺瞞)
  - －船員が故意に位置情報等を改竄し送信することが可能

一測地系設定等を誤ったため、船舶が位置を誤認した事による事故も発生している。

VDES は、現行 AIS が普及し回線混雑が多くなるために次世代 AIS として検討が始まった経緯もあり、AIS と比べて 32 倍の帯域を持っているため、混雑が少なくなることが期待できる。

また、近年は、HawkEye360 の様な電波収集衛星（SIGINT 衛星）が、マリンレーダーの発信源を探索することが技術的に実現されているため、自船の位置秘匿のために AIS 停波を行っても無力となっている。従って、AIS 情報をより積極的に活用する事例が多くなることが予測される。尚、衛星 AIS は有るが、衛星で受信するのみで AIS 情報の中継は出来ない。

このため、例えば、AIS 情報を、回線に負担にならないように低頻度で VDES 回線経由で送信すれば、離れた陸上とも AIS 情報交換が可能になり、様々な利用が考えられる。また、VDES 経由で船舶同士の多くの船舶情報を集めて、ビッグデータ処理を行う事で、欺瞞情報等のフィルタリングも可能になり情報の品質向上も期待される。

#### ⑦位置証明に利用

VDES 衛星は約 90 分で地球を回る周回衛星である。この周回衛星から衛星直下位置に固有の「コード」を送信し、地上では受信したコードを、例えば漁獲魚に付けることで、産地証明に利用することが可能になる。

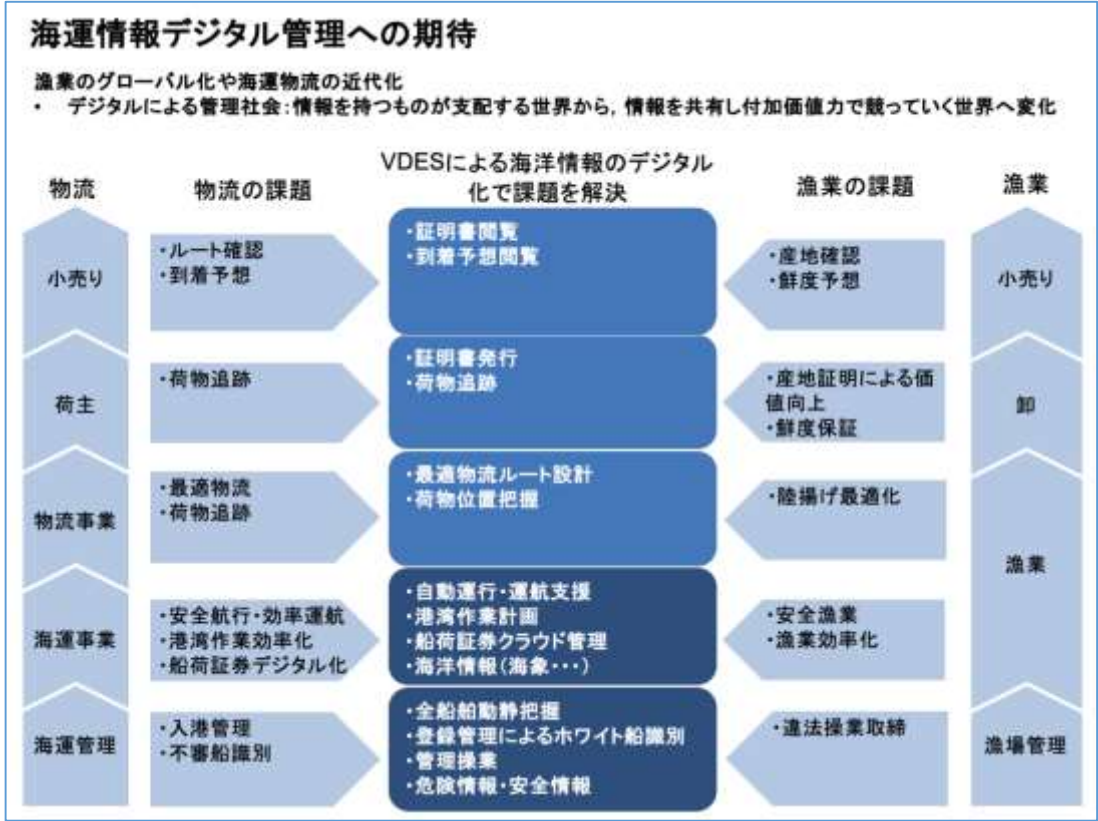
#### ⑧海運ビジネス向けデジタルインフラに利用

海運物流に関して、入港管理に利用することが可能である。

また、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することで、例えば荷物追跡他へ利用されることで、新たな高付加価値ビジネスへ発展する可能性がある。

（下図参照）





(3)衛星 VDES 利用推進の課題

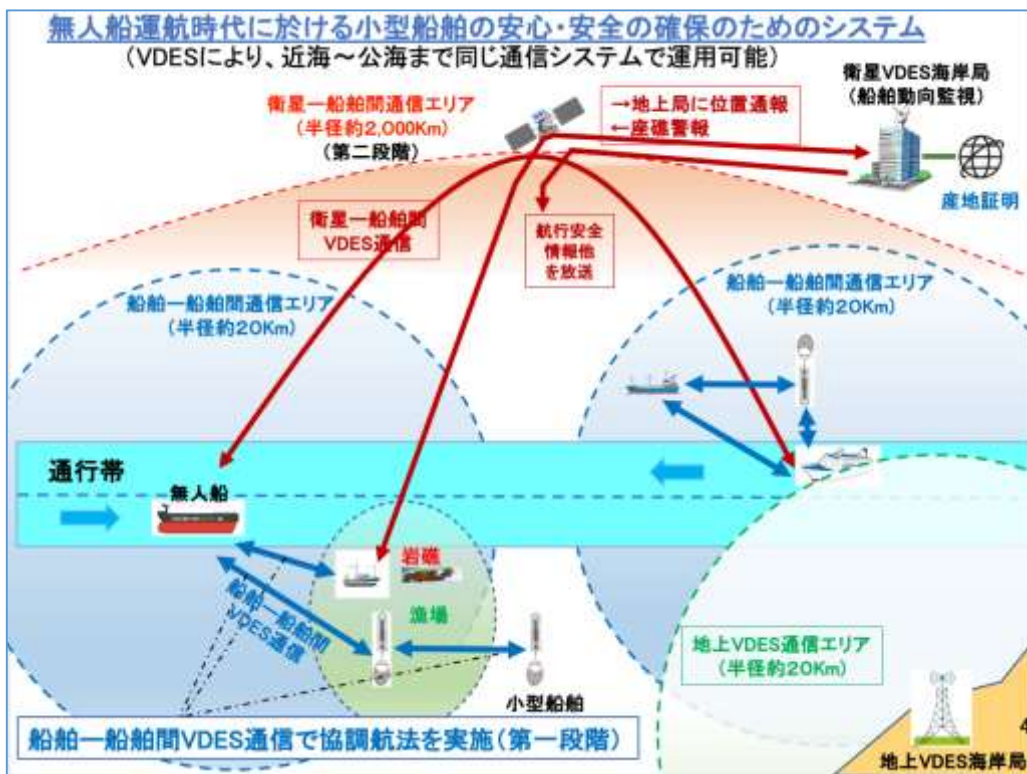
衛星 VDES は大変有用な利用が考えられるが、この目的を達成するための課題と対策案を以下に述べる。

①全船舶装備化が重要

現在、外航商船は沢山の通信機器等がブリッジに配置され、航海士が安全運行を行っている。また、近年開発中の自律航行船（自動化船）の航法は、自船を中心に自律的に運航するべく、「自動避航機能」（下図参照）を基本として開発が行われており、双方船舶間で連絡・調整を行う協調航法は今後検討の1つとなっている。



この双方船舶間で連絡・調整を行う協調航法を推進するためには、小型船を含めて全船舶が VDES 装置を装備することが肝要である。小型船を含め、「全船舶向け共通インフラ化」を目指した技術開発・政策立案・啓発活動を、衛星 VDES 国際運用機関設立に向けた活動の一貫で行うことが求められている。



## ②VDES 用途の明確化・普及促進活動

AIS は認知度も向上し利用が定着し利用船舶の増加に向けた活動段階になっている。  
外航商船は、歴史的に AIS 利用のパイオニアである。

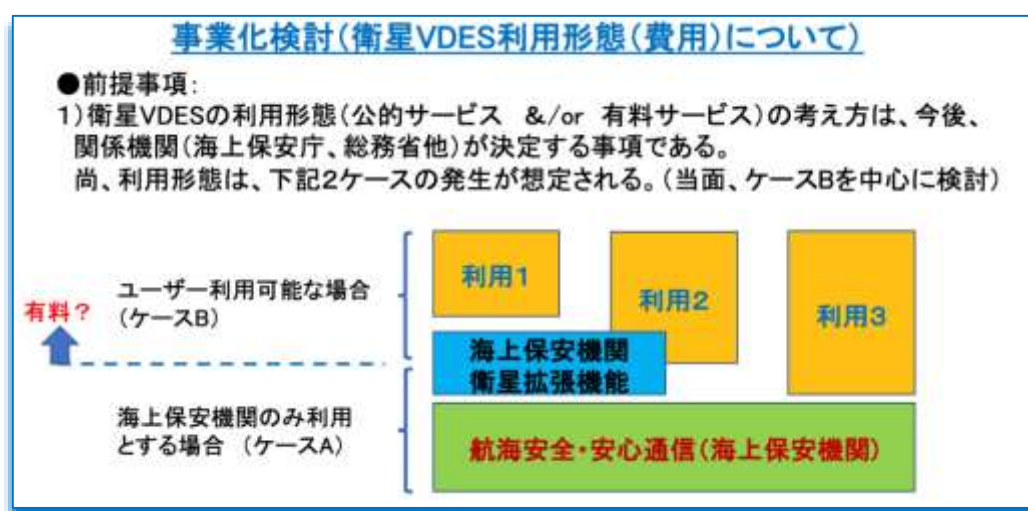
今回検討された利用（サービス）について、今後キラーコンテンツとするべく、より詳細な検討を行い啓発活動を行うことが期待されている。

尚、外航商船自体は利用メリットが明確になり、IMO で次世代 AIS として AIS 同様に VDES 搭載で可能との決定が行われることで、VDES 装備が加速することが予測される。

## ③利用料金

初期投資として VDES 衛星整備費用が大きいのが、周回衛星は自国以外でも利用可能であるため、国際ジョイントベンチャ等による共同・協調利用で負担を抑えることが可能になる。また、収入面では、アプリケーション国際標準化を図ることで、利用者増を図ると同時に、公的サービスによるベースロード確保と並行して有料サービスを拡充することが求められる。

尚、自船が集めた MDA 情報・IoT 情報と、VDES 利用料を相殺し、支払い料金を下げる様なビジネスモデル（究極はゼロ円ビジネス）を、政策検討と同時に実施することで促進が期待される。



## ●参考資料

- 1) 「Global VDES coverage - in 2 Years from now…」(Stefan Pielmeier(sternula)、IALA eNAV26、2020-09-29)
- 2) 「Proposals on the Use of Satellite VDES - Mutually Coordinated Navigation, and VDES International Operation Center -」(Dr.J.Fukuto(Chair), Dr.K.Yoshida(Co-Chair), Dr.N.Wakabayashi, Dr.E.Shimizu, Dr.T.Akamatsu, Dr.H.Kitagawa, Mr.T.Watanabe、The satellite VDES committee (former Committee on Mutually Coordinated

Navigation), The Ocean Policy Research Institute, The Sasakawa Peace Foundation, 、  
IALA eNAV26、 2020-09-29)

- 3) 「STM and VDES are interlinked regulations and standards」 (Peter Bergljing(SAAB) 、 IALA eNAV26、 2020-09-29)

### 3.3 テーマ別会合2（漁船・小型内航船・小型船舶等）

これまで、大型船等との有効な通信手段が特になかったため、期待は大きい。

国内において登録稼働している動力漁船数は約 8.1 万隻とされ、沿岸域では約 7.5 万隻、沖合域では約 5,200 隻が操業を行っており、領海外も含む近海域と遠洋域においての漁船数は約 1,100 隻といわれている。

#### ●出典

漁業種類別隻数 水産庁 2013 年漁業センサスの概要 P23「海面漁業の生産構造及び就業構造、

全国統計(4)使用した動力漁船の漁業種類別隻数」

[https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2013/pdf/gyocen\\_13\\_kakutei\\_150930.pdf](https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2013/pdf/gyocen_13_kakutei_150930.pdf)

漁船には、巻き網漁業・底曳網漁業・刺し漁業（流し網漁船）・マグロ延縄漁船、釣り漁業（イカ釣り漁船）など種類があり、操業中においては漁船が一般動力船を避航することは困難であり、航行中の一般船舶が視覚やレーダーによって避航している。

沿岸では定置網や刺網、延縄、樽流し漁においては漁具が海中に存在しており、全ての航行船舶は注意が必要となっているが、霧中時や荒天時においては漁船本体以上に漁具の把握は大変厳しい状態となっている。

平成 30 年度の漁船数は、200 トン以上 313 隻、20 トンから 199 トン 596 隻、10 トンから 19 トン 7368 隻、10 トン未満 6.2 万隻、漁船の船齢は、高齢化や後継者不足、経営不振から代船を作ることができず、20 年を越える船齢の漁船が増えている。

#### ●出典

水産庁 漁業センサス 「漁船の隻数と推移」

[https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r01\\_h/trend/1/t1\\_f2\\_4.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r01_h/trend/1/t1_f2_4.html)

一般商船と漁船との通信においては、20 トン未満の漁船においては VHF を設備化していないため、お互いの連絡手段は困難な場合が多い。特に、マグロはえ縄漁船の延縄漁具、サケ・マスやカジキの流し網漁具（網幅は海面から数 m 海中に没し、長さは数十マイルに及ぶことがある）が、カニやエビの籠漁具（海底に籠を設置し海面の大きな俵型のブイにつながっている）においては、一般商船との接触などによる漁具や船体への損傷事故への不安が絶えない。

\* 沿岸漁業従事者数：178,230 人、沖合遠洋漁業従事者数：26,110 名（2007 年）

#### ●出典

水産庁漁業センサス「沿岸・沖合・遠洋漁業別就業者数の推移」

漁労従事者の高齢化や少人数化が進むなか、安全情報を基本とした近海から遠洋までの“漁船と漁協間”や“漁船とその家族間”での通信は、インマルサット衛星設備など高価な機器が設置可能な場合に限定されている。その一方、現在スマートフォンなどの利用による沿岸での通信範囲の利便性が増加するにつれ、更に通信範囲を拡大させた沖合や遠洋での簡易的な通信へのイメージはすでに広まっているといえる。

今回、衛星 VDES (VHF Data Exchange System: 156.0125-157.4375MHz 及び 160.6125-162.0375MHz 周波数分配は検討中) は、極軌道で低軌道衛星 (6 基/軌道面×10 軌道面の計 60 基のコンステレーション) がカバーする海域において位置情報の確認や危険回避のための連絡や “船から陸” 及び “船から船” への位置の表示や疑問に対する応答など双方向通信が、他の衛星通信と比較し安価に実施利用が可能になると期待されている。

#### ●出典

「衛星 VDES の国内導入に向けた環境整備」 (我が国の取り組み方策の検討)

笹川平和財団海洋政策研究所(OPRI)特別研究員、渡辺忠一、2020年11月13日、

[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000726354.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000726354.pdf)

漁業においては従来、整備拡充された漁業無線局によって漁船の安全操業や水揚げに関わる連絡を担当し、漁船の安全運航に寄与している。

近年、漁船への簡易型 AIS (Class B) の設置化は、漁船保険からの保険金の割引条件や水産庁の補助金によって急速に拡充が進んでいる。

これにより、一般商船や漁船を含む付近の全ての船舶との間で船位・針路・速力・船名等のデジタルデータ情報の交信が拡大し、お互いの存在が意識できて早めの避航動作につながっている。また漁船同志の位置関係が明瞭となり、操業形態においても利用価値を実感している漁業者が増えている。

海外の漁船においては、海上で漂流する漁具や漁網の位置情報として違法性があるものの、AIS-SART のようなブイ型の簡易型 AIS を漁具に直接取り付け、自船や他船でのレーダーや ECDIS への表示が可能になっていることが確認されている。

漁具への発信器として、日本では地上波の範囲であるが、従来のラジオ・ブイから AMRD (自立型海上無線機器; 漁網位置表示システム (156-162.05MHz: AIS や GMDSS を保護するため)) の利用 (総務省と全国漁業無線協会 <http://zenmukyo.or.jp/index.html>) が検討されている。

#### ●出展

- 1) 26MHz 帯の周波数を使用する漁業用ラジオ・ブイの導入に向けた調査検討報告書、総務省 26MHz 帯の周波数を使用する漁業用ラジオ・ブイの導入に向けた調査検討会：2020年3月

[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000694609.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000694609.pdf)

2) 「海上無線通信の最新動向」日本航海学会航法システム研究会、日本無線、宮寺好男、2019年5月31日

[https://j-nav.org/navsys/workshopreport/report/r2019s/abst2019s/handout\\_miyadera.pdf](https://j-nav.org/navsys/workshopreport/report/r2019s/abst2019s/handout_miyadera.pdf)

3) 2019年世界無線通信会議 (WRC-19) に向けた我が国の考え方 (案)

[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000623001.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000623001.pdf)

### 各種サービス比較

端末種別	Fleet Broadband	VSAT	FX (Fleet Xpress)
使用帯域	Lバンド	Kuバンド	L+Kaバンド
回線提供	インマルサット	複数	インマルサット
通信エリア	全世界 (極地除く)	主として 船舶航行範囲	全世界 (極地除く)
最大通信速度 <sup>※</sup>	284kbps/432kbps	2Mbps *ただしプランによる	10Mbps
使用衛星	静止軌道 (4基)	静止軌道 (複数)	静止軌道 (4基)
降雨影響	受けにくい	受けやすい	GXが使用不可の場合は FBBに切替
FURUNO対応機器	FELCOM251/501	FV-110	FELCOM251/501 & FV-60GX/110GX

#### (1) 漁船の簡易型 AIS 装備と意識変化の傾向

漁船や漁具の位置情報を明示することは、単に漁船だけの漁具を失わないというメリットではなく、近くを航行する一般船舶に追って、事故や損傷のリスクを低減させるための情報として、沿岸や沖合のみならず、排他的経済水域 (EEZ) 外での利用が拡大している。以前からの好漁場の位置を知られる心配よりも安全第一の優先意識が高まっている傾向がある。

#### (2) VDES の現状

NAVTEX や VHF (150Mhz 帯) データ通信、ASM 及び AIS をまとめた衛星 VDES の整備が計画され、現状ではノルウェーにおいて 2017 年 NORSAT-2 衛星打ち上げでの実験運用に限られるが、フィヨルドによってレーダーや視界が制限された海域において航行する船舶がお互いを確認できるシステムとして実験運用されている。

地球上で衛星が打ち上げられ、各海域で衛星系 VDES が稼働したとき、どのような利点や使用方法があるか、特に水産漁業（漁船などの小型船舶を含む）における利用の観点から、利点と問題点の整理を行うことを検討した。

### (3)衛星 VDES とその利用

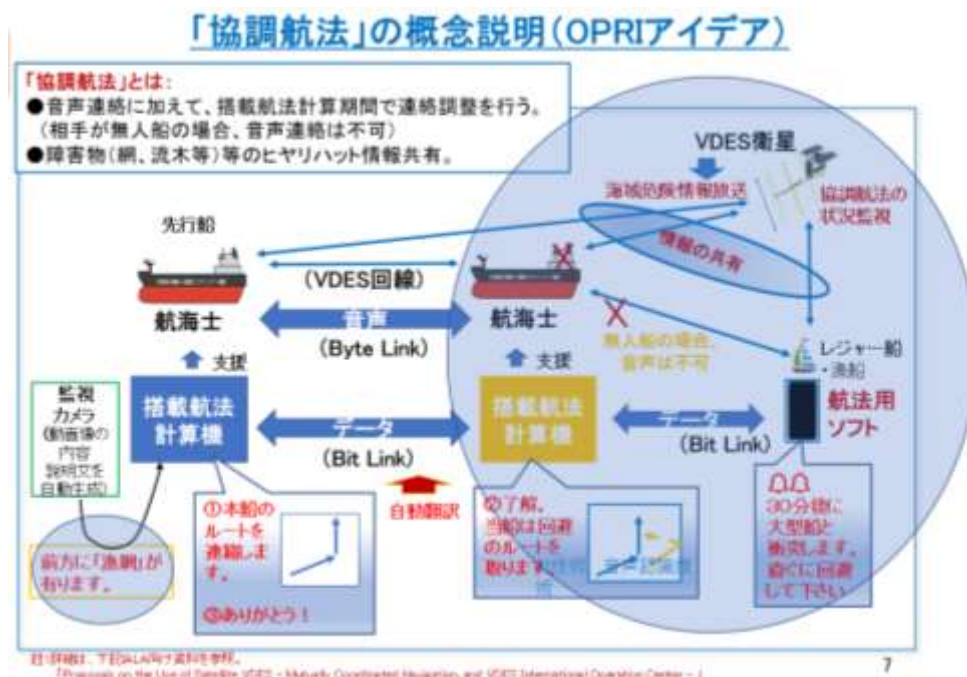
#### ①協調航法（全ての船舶に有効）

AIS と VHF の機能に、小容量であるものの双方向での通信が可能とされている。利用方法として、協調航法は、輻輳する各船舶間の航行において、危険を察知し、お互いの船舶に衝突の警報・注意を喚起する。浅瀬や橋などのあらかじめ海図等に情報として登録されている障害物に関しても同様に注意喚起の通信が可能である。

#### ●出展

「AIS を発展させたデータ通信インフラ VDES について」笹川平和財団海洋政策研究所 研究員、水成 剛、2020 年 9 月 20 日、

[https://www.spf.org/opri/newsletter/483\\_2.html?latest=1](https://www.spf.org/opri/newsletter/483_2.html?latest=1)



衛星を使用しているため、グローバルな展開が期待され、陸上基地において船舶との情報共有が可能となる。世界中からアクセスが可能で船舶の動向が記録できるようになる。



## ②自律航行の支援

自律航行を行う船舶の場合、その船舶の情報やコントロールは、自船以外の船舶や障害物の全ての情報があって初めて成り立つため、あるトン数以上での規制による設備義務だけでは、完全な自律航行船は安全に航行できない。VDES 情報が実現するために必要な技術の一つであると思われる。漁船において無人でかつ魚を追って操船する技術は、まだ難しいが、高齢化や漁業者数の減少の現実を見ると、2 艘引きの片方の船が二船を操縦することなど、省力化や少人数での操業を可能にするために漁船漁業での自立航行技術が必要になってくる可能性も考えられる。

## (4)衛星 VDES の漁業への利用の問題点

漁船への普及として次の 4 項目で検討をおこなった。

- (a) 一般商船と漁船との衝突予防と通信手段の確立
- (b) 安全性の有効性と保険関係の補助
- (c) 漁具への設置条件とより簡易型（小型ブイ）の承認
- (d) 利用価値の周知

### ①一般商船と漁船との衝突予防と通信手段の確立

（コミュニケーションが無かった時の衝突事故例から VDES における衝突注意喚起信号と双方向通信を利用した言語によるコミュニケーション）

漁船と一般商船との通信手段がほぼ無い状態である。平成 10 年 8 月の日本海でのイカ釣り漁船と時間調整のため漂流している貨物船との衝突海難事故は、潮流や風で漂流し、お互いに 8 時間以上も前から発見していながらも衝突している。20 トン以下小型漁船には VHF の設備が無く、いくら貨物船から VHF で問いかけても応答無かった。イカ釣り漁船は、流されにくいようパラシュートアンカーを船首から水中に投下し、スパンカーで船首を風にたてて漂流しているため、通常の漂流船舶とは漂流方向や速度が異なることがわかっているが、貨物船にその情報があるかどうか衝突までわからなかった。

衛星 VDES において、お互いにコミュニケーションが実施できれば、イカ釣り漁船は明け方まで操業することや漁具情報を開示でき、漂泊貨物船が漁船の動向を理解し、機関を始動して衝突回避を選択することが実施できたかもしれない。

お互いの位置情報や漂流による衝突のおそれが出た時は、お互いの船舶に注意喚起や衝突予防をするための注意や警報を喚起することができる。

また、イカ釣り漁船の実際や操業時間帯及び避航してもらいたいことを短い言葉（例：日本語と英語）を貨物船に送信し、了解したことを貨物船から応答してくれれば安心して操業に従事できていたかもしれない。

漁船と一般商船間での直接的な通信手段があれば、事故やヒヤリとする事例が減少させることができるかもしれない。

## ②VDES の有効性と利用価値の周知

国際航海で 300 トン以上の漁船においては、Class A での設備化は義務化されており、それ以外の漁船においても Class B の簡易型 AIS の設備化は拡充しており、衛星 VDES の導入は比較的理解がはやくすすむことが期待できる。しかし、漁業従事者において、設備化は大きな資金が必要となり、漁業経営を圧迫する可能性がある場合は、導入は困難な場合が多いと思われる。ある程度出来上がった設備の現物を直接漁業者に見てもらおうような普及のための広報活動が必要になるとと思われる。また AIS 導入と同様な水産庁の補助金や保険料金の割引の実施が期待される。

### ●VDES 位置情報の問題点

季節や海域によって変わりゆく魚種別の漁業を行う漁船にとって、漁船の位置を正確に表明することは、内海や沿岸での狭い海域によっては、漁場の位置を他の漁船に知られてしまう恐れや外国漁船を含む他の漁船に特殊で高価な漁具を盗まれる恐れがあるとして危惧している漁業者も少なくない。対応として漁具の位置をただ表示するのではなく、漁具の具体的な種類の表示及び漁具の追跡・監視を選択できる機能が求められる。

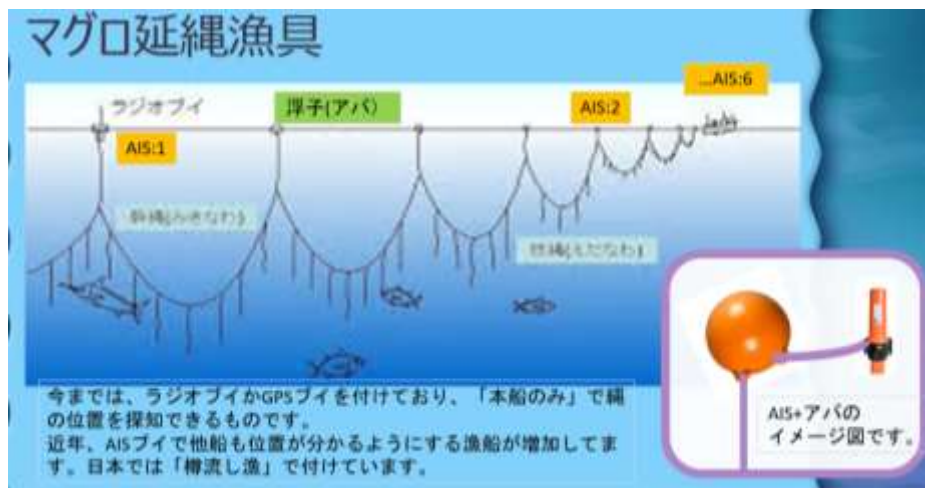
## ③漁具位置情報を VDES 経由したレーダー・ECDIS への表示

マグロ延縄漁具や流し網漁網は、表層や中層を漂流させながらの漁具であり、重量約 25 kg のラジオ・ブイ (2 MHz・40 MHz 帯) を両端に取り付け、漂流する漁具の管理をしている。当該その漁船だけが、その漂流漁具の位置を把握できる機器であり、他の漁船や一般船舶には漁具情報が届くことは無く、夜間や霧などの視界制限状態ではない昼間においても高速で航行する一般商船が海面に浮かぶボンデンや旗竿など海中の漁具を発見することは困難であり、漁具接触による損傷や事故につながる場合がある。現在一部の外国漁船にみられる AIS 漁具の受信半径は、海面上に浮かんでいるものの約 15 マイル手前からレーダーや ECDIS に受信・表示されており、一般商船はおよその漁具位置を把握することによって避航することができている。これが衛星 VDES になることによって、漁具の発信器から漁船や一般船舶の VDES 受信機を経由 (ホッピング) して、漁具の位置情報を転送していく機能を利用することができれば、更に前方から漁具の位置が判明し、航海計画において余裕のある航路変更が可能となる。

●出典

「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」 渡辺忠一、吉田公一、若林伸和、日本海洋政策学会第 12 回年次大会 2020 年 12 月 3 日

[https://www8.cao.go.jp/space/use\\_mtg/dai3/siryous3\\_2.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/use_mtg/dai3/siryous3_2.pdf)



多数の漁船が集まる海域は、漁場環境のわずかな変化によって、漁場はたえず移動しており、一般商船の計画航路には常に影響するものではないが、いつもはいない漁船群が今回は存在する場合もある。



現在 AIS (航行上の計器として船舶番号を登録する) を漁具へ設置することは規則上不可能であるが、海上での安全航行における全障害物の明確化を行う意義において、衛星 VDES を利用した漁具表示機能の使用が認証されることが海上交通の安全性向上に有効であると思われる。

なお台風や船舶による切断によって見失った漁具の漂流は、船舶への損傷・損害ばかりでなく、その漁具量は、海洋プラスチック問題の高い割合を占めると言われている。

マイクロプラスチックの削減に向け漁具所有者や国の責任において、漁具の管理方法に関する検討を進めなければならない、世界的な規模での管理システムが望まれている。

#### ④利用価値の周知（無料範囲と有料範囲の検討準備）

漁船の多くは、全国の漁船無線局（HF 帯の短波通信）で、船の位置や安全状況、漁海況漁場や水揚げ港の情報共有を行っている。沿岸ではすでに携帯電話やスマートフォンの利用が主となり、個人的な連絡、現在から近未来の気象・海象の情報、帰港時間などの安全情報の通信体制が個々にできている。しかし沖合から近海では、船舶電話と短波での連絡となっているが、携帯電話の使用時より狭い機能での使用となっている。また AIS では、個人から個人への通信機能は無かったが（コメントの表示は可能）、VDES においてはショートメールのような通信が可能となる。

漁業従事者にとって、まず気象・海象の予報、漁業情報（漁場・水揚げ港・価格）、漁協との連絡、家族との連絡が重要である。受信のみでの情報として、天候や漁業情報は現状でも無線（短波）や FAX による手段があるが、お互いに話し合う手段としては、船舶電話（NTT ドコモ）のほか若干の利用としてインマルサット電話が利用されている。ごく一部であるがイリジウム衛星電話やデータ送信として Fleet Broadband（インマルサットの L 帯の周波数を利用）があるが、多くの漁船は 1 回線の設備義務である船舶電話と無線設備を設置している場合が多い。

無料範囲と有料範囲については、まだ検討を要することになると思われるが、安全に関する場合は無料（現在 Class B（AIS）では無線従事者免許は必要ないが、国際利用で出力 5W 以上のときは主任無線従事者が必要になる場合がある）、有料範囲においては、極力安価に努力することを前提とし、程度に応じた相応の有料設定が今後想定されると思われる。

##### a. 個人から個人へ簡易通信が可能

漁船の大半が 20 トン以下の小型船舶であることを考慮すると、大型の通信機器の設置は困難であり、現実に VHF もないことを考慮すると、小型で簡易性の通信機器であり、低価格であることが必要である。携帯電話の通信外である近海から遠洋にかけて、漁業等に従事する船舶職員や海上職員にとって、家族や友人との連絡ができることがより重要となる。



#### ●簡易メール

安全確認として、一人で操業している小型漁船においては、常に無事であるか安全確認が必要である。特に高齢者の場合は家族からの心配もある。

若い漁業者にとっても家族や友人との簡単な連絡ができることは就業者数減少防止への一つの重要な条件項目であり、近海や遠洋から簡易メールのやり取りができることは、更に大きな魅力となると思われる。

近年、多くの外国人労働者を迎えて操業している漁船においても、簡単に海外への通信ができることは、労働衛生上も有効になると思われる。また機器の操作性は、高齢者でも使用できる大文字で簡易的なものが望まれる。

#### b. 操業場所や水揚げ処理

現在、産地情報としてマグロはえ縄漁船においては、登録していない違法操業船（IUU）を排除するために作られた VMS（船舶位置情報システム：水産庁及び各県の管理）の作動が義務付けられており、操業中の位置情報をポーリングによって GMDSS のインマルサット C から世界 5 つの海域に区分されたマグロ管理委員会に送信し、この位置情報が、許可水域での操業を監視し、同時に登録した漁船が許可水域で漁獲したマグロである証明にもなっている。衛星 VDES での情報を陸上で整理することによって、VMS に並んで登録されたマグロ延縄漁船の産地証明にもつながる可能性を含んでいる。今後 EPA（経済連携協定）にもよるが HACCP（国際的に認められた食品安全衛生の手法）に沿った衛生管理の追跡にも利用される可能性がある。

#### ●出典 URL

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/shokuhin/haccp/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/haccp/index.html)

### c. 漁船漁業の管理と資源情報の提供

現在登録されていない漁船や別の漁業や魚種についても、衛星 VDES によって、漁船の航跡や漁業の実態を把握でき、漁獲量から資源保護への材料として整理できる可能性がある。また、漁船からの水温や潮流、水中の水温や塩分などの漁場環境情報、稚魚ネットや魚探映像からの資源情報を収集するための、基本情報としての役割が考えられる。

国際的な情報共有として、衛星 VDES を設置した外国漁船は、地球規模での情報共有が可能である。現状で実施（VMS：管理委員会に位置情報を報告するシステム）されているマグロ・カツオ漁業の登録漁船の監視データが大きな情報源となっている。

マグロ・カツオ漁業以外の漁業において、あらゆる海域であらゆる種類の全ての操業漁船を地球規模で把握することができることから国際的な操業実態を整理し、今後の資源管理に寄与できることが期待できる。すでに各国で漁船の監視、情報の共有や漁場や資源の研究を行っている専門機関をもっている国は多いと思われ、関係機関との役割分担や共有など有効な共存が望まれる。

#### ●漁船の衛星 VDES 利用の範囲と順番

総務省からの電波上の混雑を避ける要件があった場合として、漁船において衛星 VDES の利用をはじめめる条件として、海域別に選択することを考慮してみた。

沿岸域のようにスマホなど携帯電話が通信できる海域では、スマホアプリとしてすでに気象・海象を含む安全情報が確立されている。沿岸域でも一般船舶と輻輳する機会が多い漁船や小型船舶に対し、協調航法での衝突回避のための注意喚起においては、スマホのアプリケーションに衛星 VDES の機能を落とし込んで使用できるようソフト的にバックアップできれば現状でのアプリを有効にできる可能性がある。

沖合や近海、遠洋においての漁船は、携帯電話の範囲以外であり、更に遠洋では船舶電話からの範囲以外となる。インマルサット衛星での電話料金は高額となっており、近海での海難は救助に時間的な緊急を要することから、まずは近海及び遠洋の漁船（約 8000 隻）への設置を推奨し、次に沖合での漁船への設置を考慮する。

#### ●衛星 VDES 情報の利用拡大の行程

漁業の世界でも、あらゆる方面での専門的な機関がそれぞれ安全や漁場、市場の情報を発信し、それぞれの情報や技術を有しており、衛星 VDES をより良いもの

にするには、各機関で使っていただき、応用的に有用な機能を修正していくことが前提となる。

新技術の水産への利用や応用は、広報活動の難しさから、実例や実績を積んだ後、具体的な現物を漁業者に直接見ていただくことによって、納得してもらい使用に至る行程が、今までの歴史的な経験に裏付けられていると思われる。

衛星 VDES において、AIS のようにある程度の利用技術を固めた後、修正できる部分も残し、新たな応用技術が必要となった時に備えた柔軟な態勢が望まれる。また情報に対して、安全に関わる基本情報は無料とし、漁場の水温など特殊な情報については、関係する機関と競合する部分を協議し、各機関から漁業者への広報活動を行うとともに、円滑な運用となることが肝要と思われる。

#### (5)関連機関

水産庁 <https://www.jfa.maff.go.jp/>

大日本水産会 <https://suisankai.or.jp/>

全国漁業協同組合連合会 <https://www.zengyoren.or.jp/>

各都道府県の東京水産振興会 <https://www.suisan-shinkou.or.jp/>

海洋水産システム協会 <http://www.systemkyokai.or.jp/k-index.htm>

全国水産技術協会 <http://www.jfsta.or.jp/>

漁業情報サービスセンター (JAFIC) <https://www.jafic.or.jp/>

全国近海カツオ・マグロ漁業協会

[http://www.oprt.or.jp/members/oprt\\_members\\_4.html](http://www.oprt.or.jp/members/oprt_members_4.html)

全国漁業無線協会 <http://zenmukyo.or.jp/index.html>

全国遠洋カツオ・マグロ漁業者協会 <https://judgit.net/payees/8010005019226>

日本水産資源保護協会 <http://www.fish-jfrca.jp/>

日本カツオ・マグロ漁業協同組合 <https://www.japantuna.net/association/>

全国まき網漁業協同組合 <http://zenmaki.or.jp/abmakiami.html#:~:text=>

海外まき網漁業協会 <https://www.kaimaki.or.jp/>

北部太平洋まき網漁業連合会 <http://kitamaki.jp/>

全国底曳網漁業連合会 [http://www.zensokoren.or.jp/rawl/rawl\\_fisheries.html](http://www.zensokoren.or.jp/rawl/rawl_fisheries.html)

日本トロール底魚協会 <https://www.jofa.jp/>

太平洋小型サケマス漁業協会

全国サンマ棒受け網漁業協同組合 <https://www.samma.jp/>

(6)資料

主とする漁業種類	計	出漁日数	平均出漁日数
計	81,647	11,302,955	138
遠洋漁業			
遠洋遠征漁業	7	1,412	202
沿岸漁業			
沖合漁業	8	1,942	245
近海漁業			
1. 近海漁業	251	44,884	179
2. 近海漁業	35	8,772	251
小型漁業	8,318	997,156	120
船内漁業	5,172	602,296	117
本船漁業			
大・中・小型漁業			
1. 近海漁業	29	7,908	272
2. 近海漁業	24	8,078	252
3. 近海漁業	221	44,883	203
4. 近海漁業	64	8,947	140
中・小型漁業	1,494	225,902	151
網漁業			
さけ・ます漁業	38	8,082	195
かじき等漁業	20	2,875	144
その他の網漁業	10,928	1,441,227	132
とんま漁業	188	22,828	122
大型定置漁業	1,230	228,512	186
小型定置漁業	883	81,709	93
小型定置漁業	2,028	453,091	223
その他の網漁業	1,446	180,040	125
ほえ漁業			
遠洋まぐろほえ漁業	197	81,887	313
近海まぐろほえ漁業	224	62,881	280
沿岸まぐろほえ漁業	312	81,728	188
その他のほえ漁業	2,388	328,457	142
釣漁業			
遠洋かつお一本釣	26	7,540	290
近海かつお一本釣	51	13,432	263
沿岸かつお一本釣	257	37,058	144
遠洋いか釣	1	300	300
近海いか釣	77	17,294	225
沿岸いか釣	3,554	514,416	145
ひき網釣	2,983	355,204	119
その他の釣	13,844	1,626,130	117
小型抽籠	5	817	163
潜水器漁業	796	93,463	119
採貝・採藻	3,689	392,772	106
その他の漁業	5,523	661,243	120
海面養殖			
魚類養殖			
さんざけ養殖	60	14,387	240
ぶり類養殖	1,819	438,787	241
まだい養殖	1,219	298,854	245
ひらめ養殖	36	7,131	198
まぐろ類養殖	292	69,331	237
その他の魚類養殖	615	133,581	217
ほたてがい養殖	2,455	488,602	199
かき類養殖	1,964	311,550	159
その他の貝類養殖	142	19,697	139
くるまえばい養殖	5	955	191
ほや類養殖	40	6,195	155
その他の水産動物類養殖	24	3,315	138
こんぶ類養殖	122	18,498	152
わかめ類養殖	733	93,633	128
のり類養殖	3,494	566,022	162
その他の海藻類養殖	423	74,178	175
真珠養殖	840	121,383	145
真珠母貝養殖	81	14,895	184

出典：漁業種類別隻数 水産庁 2013年漁業センサスの概要 P23「海面漁業の生産構造及び就業構造、全国統計(4)使用した動力漁船の漁業種類別隻数」

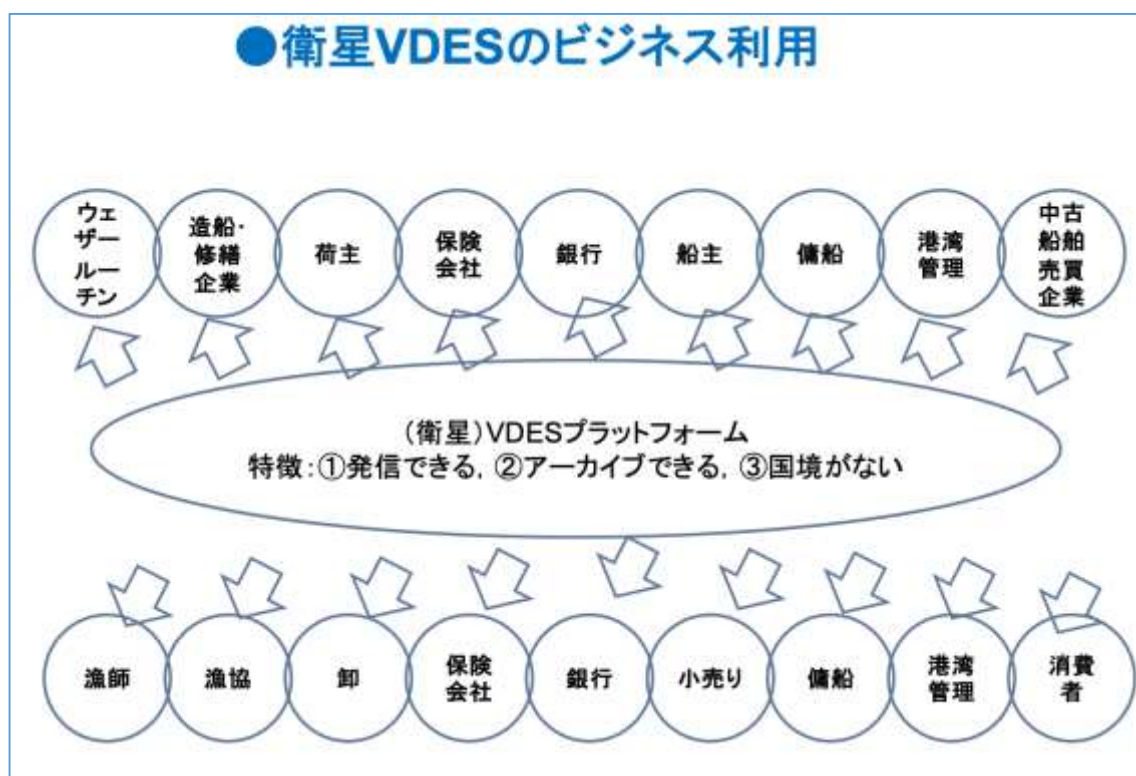
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2013/pdf/gyocen\\_13\\_kakutei\\_150930.pdf](https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2013/pdf/gyocen_13_kakutei_150930.pdf)



### 3.4 テーマ別会合3（事業化）

#### (1) ビジネス利用・事業形態の検討

当利用 WG に於いて、様々な利用分野・形態が見えてきた。この結果をもとに、ビジネス利用者を主眼に見た利用は下記のように俯瞰することができる。



また、これまでの検討による具体的な利用形態を表 3.4-1 に示す。

今後、来年度結成される予定のコンソーシアムに於いて、アプリケーション毎に専門機関・会社に於いて、必要性・売上予想等の詳細検討を含む事業化検討を行い、実業にするべく活動を加速して行くことが期待される。

(表 3.4-1)

## VDES利用形態分類

利用区分	サービス区分	概略説明	VDES区分	対象海域	伝送形態	想定ユーザ
情報収集	船舶稼働状況モニタリング	船舶のエンジン等主要機器の温度・圧力・稼働時間等のデータ収集	VDE	グローバル	間欠	船舶所有者
	洋上施設稼働モニタリング	洋上風車等の施設の稼働状況のデータ収集	VDE	沿岸	間欠	施設所有者
	洋上CO2排出量モニタ	船舶の環境計測データ収集	VDE	グローバル	間欠	船舶所有者
	海洋情報収集	海流・気象・水温等データ収集	VDE	グローバル	間欠	海上保安庁 大学・研究所等
グローバル VTS	船舶・施設等識別	船舶・漁網・漁具・ブイ・ライフジャケット・施設・漁船等の位置把握	AIS+ASM	グローバル	間欠	民間事業者
	船舶航行モニタ	船舶の動静把握	AIS+ASM +VDE	グローバル	間欠	海上保安庁 民間事業者
	船舶等追跡	特定の船舶・不審船等の追跡	AIS+ASM	グローバル	間欠	海上保安庁
	船団操業管理	協同漁業船団の航行操業管理	AIS+ASM +VDE	グローバル	間欠	漁業法人
	物流動静	船荷・運搬物の動静把握	AIS+ASM	グローバル	間欠	民間事業者
	港湾管理	港湾近傍の船舶輻輳、工事状況等の把握と配信	AIS+ASM+VDE	-沿岸	間欠	海上交通センター ポータルラジオ
	入港・着岸管理	入港管制と安全管理上の情報交換	AIS+ASM+VDE	-沿岸	リアルタイム 連続	海上交通センター ポータルラジオ
	漁協所属漁船管理	水揚げ・安全に関する情報交換	VDE 船舶間&船陸間	グローバル	リアルタイム 連続	漁協 漁業法人 船舶所有者
協調航法	遠隔操船・自動運航支援等 協調航法支援	衝突回避の相互協調航行の情報交換 (周囲の状況と相互の意向確認)	AIS+ASM+VDE (船舶間)	沿岸	リアルタイム 連続	
警備救難	緊急一斉放送	航行に注意を促す情報の放送	VDE+ASM	グローバル	間欠	海上保安庁
	緊急通信	安否・気象・海難情報の通知	AIS+ASM +VDE	グローバル	リアルタイム 連続	海上保安庁 船舶所有者 漁協
情報配信	漁業情報	漁業に関する情報配信	VDE	グローバル	間欠	漁船
	海洋情報	多様な気象・環境情報等海洋情報配信	VDE	グローバル	間欠	船舶
	私的情報	漁場情報・運航計画等の配信	VDE	グローバル	間欠	漁船

## (2)事業化に向けた法的検討

衛星 VDES の社会実装に関する検討を深掘りするため講演会を実施した。

a.日時： 12/25(金) 10:00～12:00

b.講演者：学習院大学法学部 教授 小塚 莊一郎 氏

c.タイトル：衛星 VDES の事業化 ―ビジネスモデルと法的な考慮事項―

d.講演内容:

- ・事業化のポイント
  - ービジネスモデル：プラットフォームとしての収益，国際分業
  - ールール形成戦略：公平性を担保しつつ，日本の強みの規格への盛り込み
- ・普及のポイント
  - ー常務（Ordinary Practice of Seaman）との関係：船員の常務の変化
  - ー国際条約の解釈：故意の非装備における損害賠償無限責任
  - ー保険：支払い前提条件への反映（事故率低減による実メリットが必要）

- －船舶金融：機械代金回収（コマツのビジネスモデル）
- －陸・海・川・空をカバーする door-to-door の複合一貫輸送への対応
- ・法的考慮事項
  - －データ自身は個人情報以外はフリー（法人もフリー）
  - －通信の秘密確保が最も厳しい日本での対応や，通信品質による損害の対応

### (3) 利用コンソーシアムの設立に向けた検討

次の項目について，検討を行った．

- ・コンソーシアムの目的
- ・衛星 VDES を用いるコンソーシアム，運営組織の在り方

### 3.5 調査, 情報収集

衛星 VDES の利用を検討するために、予想されるステークホルダーに対しヒアリング、意見交換を行った。

対象としたステークホルダーは、次のとおりである。

- 漁業情報サービスセンター
- 日本海洋レジャー安全・振興協会
- (株) 東洋信号通信社
- 海上保安庁 警備救難部
- 海上保安庁 海洋情報部
- 海上保安庁 交通部
- 水産庁 増殖推進部
- 内航船総連合

以下に、そのヒアリング要旨を説明する。

#### ① 漁業情報サービスセンター

【目的】 漁業現場の状況と衛星 VDES 適用に関する意見収集

- ・ 双方向通信の安全面・船員のストレス解消等利点は多い。
- ・ 漁具にセンサをつけることの障壁は、ラジオ・ブイ装備費(1個 30万円程度×数か所)との比較による。
- ・ イリジウムとの通信経費は 30万円程度である。(年額：端末は 25万円程度)
- ・ マグロ延縄漁船の位置は VMS 設置義務によって水産庁がすべて把握している。(違法操業の見張り)
- ・ 課題は、漁師の秘匿主義と強い被監視イメージの払拭である。

#### ② 日本海洋レジャー安全・振興協会

【目的】 レジャー船への衛星 VDES 利用に関する意見交換

- ・ レジャー船は座礁事故が多く、1海里前に衝突警報が発信できるならば大変有益である。
- ・ 具体的には、損害保険料減額の可能性があり、VDES 導入が促進されると考える。ただし、装備品は免許不要が条件となる。
- ・ レジャー船は 10海里以内活動が 90%以上を占める
- ・ レジャー船の事故が全海難事故の 50%を占めており、事故による保障が高額になった事例がある。
- ・ 気をつけないといけないのは、ミニボートで、大きさ 3m 以下、2馬力以下で免許は不要である。

- ・ヨットレース出場時に AIS 搭載を義務付ける例が多くなっている。

### ③ (株) 東洋信号通信社

【目的】 ポートラジオの運用視察と衛星 VDES 活用の可能性に関する意見交換

- ・目視+AIS+レーダー+VHF 音声で港湾管理運用を実施している。
- ・現在、港湾関係のデジタル化の検討が進められている。
- ・管理対象船舶とのコミュニケーションは、VHF 音声（日本語と英語）で実施している。相手の反応がわかりやすいのが利点である。
- ・利用コンソーシアムへは、できれば参加したい。

### ④海上保安庁 警備救難部

【目的】 救難現場の情報収集と衛星 VDES の認識度の確認

- ・NAVAREA 等の航行警報は海洋情報部が担当している。無人船は交通部、海難事故は海難審判所となっている。
- ・警備救難部は、SOS へ対応する現業部門である。
- ・遠方海域との通信は衛星通信を利用しているが、現状不都合は感じていない。
- ・EPIRB は事故後の通信であるが、VDES は事故直前の通信が可能とのことであるが、事故発生時の船長の状態から実際に利用されるかは懐疑的である。
- ・衛星 VDES の利用検討は、海上保安庁警備救難部では未展開の状態である。

### ⑤海上保安庁 海洋情報部

【目的】 「海しる」の運用とシステムに関する情報収集と VDES 利用の意見交換

- ・「海しる」は海に関する情報提供の一元化を目指したポータルサイトである。
- ・「海しる」単独でデータ生成は行っておらず、利用者がそのデータを活用する形態である。「海しる」でデータの蓄積は行っていない。
- ・データ提供者（一次データ）がそのデータの更新・品質管理を行っている。
- ・将来的にデータは拡大していく計画（海のデータバンク化）であるが、現状、地方の精細なデータは少ない。

\*本ヒアリング後の 2020 年 11 月 24 日、オンライン形態で、「海洋状況表示システム「海しる」について」というテーマで、海上保安庁 海洋情報部情報利用推進課 海洋空間情報室長吉田 剛氏よりご講演いただいた。

本講演を通して、「海しる」の概要と衛星 VDES との接続に関する示唆を頂いた。

## ⑥海上保安庁 交通部

### 【目的】 VTS の現状と衛星 VDES 普及に関する意見交換

- ・領海内に携帯電話の不感域がある。携帯各社は洋上へのサービスに積極的ではないため、5G 世代ではさらに拡大していこう。
- ・レジャー船への座礁警報ニーズが高まっている。
- ・AIS で全船舶モニターができればいいが、装備が必須でないことから、海上で完全に危険を感知することは困難である。
- ・自動運航船に対して、最後のエマージェンシー ストップを VDES 経由で行うことは可能だと考える。したがって、AIS と VDES を接続することが実効的である。
- ・船舶保安システム (ISPS<sup>14</sup>) による船舶設備規程に VDES (AIS 付き) の装備を盛り込めればいいと考える。

## ⑦水産庁 増殖推進部

### 【目的】 漁船向衛星 VDES のニーズに関する情報収集と意見交換

- ・漁船はおおよそ 20 万隻で、領海外で操業する漁船は 8000 隻程度である。
- ・簡易型 AIS の普及に向けて地域振興予算、補助金等で導入の促進を図っている。これまでの導入実績は 500 隻程度である。(現場の無線局免許審査能力は、年間 100 隻位であることも考慮が必要)
- ・総務省規則で AIS は船舶とブイに取り付けることになっており、漁網には取り付けることはできない。ただ、別の周波数割当が WRC-19 で決まっている。
- ・遠洋漁業船はインマルサット等の衛星通信を利用している船が多い。
- ・産地証明はマグロ等で VMS の設置が義務つけられている。VMS 仕様等は非公開である。
- ・水産的には産地証明より生産 (水産資源) 管理を重視している。
- ・水産関係は小規模事業者が多いため、普及には安価、小型化が重要である。また高齢化が進んでいるため操作性等への配慮が必要である。
- ・スマートフォンを使用した小型船舶の位置情報共有システムが限定運用中である。ただし陸上 AIS 受信局の受信範囲で有効であり、今後全国展開が図る予定。

## ⑧内航船総連合

### 【目的】 内航船への衛星 VDES 導入に向けた意見交換

- ・国内内航船は総数 5225 隻で 500 トン未満が 4097 隻である。AIS 装備数は把握していない。

---

<sup>14</sup> International Ship and Port Facility Security 船舶と港湾施設の保安のための国際コード

- ・通信環境は、高齢化が進んでいて電話・FAX が中心である。国際 VHF 通信もほとんど使用されていない。（高齢化で使えないのが真実）
- ・航行の安全情報は、国土交通省から入手した情報を本社経由 FAX で受領している。
- ・港湾出入は、代理店との電話のやり取りで行っている。
- ・気象海象関係、機関監視のニーズはあるが、資金をかけることはできないのが実情である。しかし、船舶識別や船舶位置の提供が重要であると認識している一部の事業者は AIS を装備している。
- ・流しボンデン、刺し網は航行上避けられないので、AIS を装備してもらいたい。
- ・VHF の利用頻度は低く、画面を見ながら操作することがネックになっている。現場では「文字」は殆どみないためハンズフリーの音声中心のコミュニケーションができることが必須である。
- ・業務用以外の通信は、携帯電波の受信できる範囲において自らのスマートフォンで行っている。
- ・内航船に依頼の気象観測センサを取付け、その観測データの回線を使用することができて通信料が安くなるのであれば協力の可能性がある。
- ・内航船の無人化は、出入港時の係船に 3-4 名必要なため、現状では無理と考えている。

## 4 利用可能性の提言

以上の検討を踏まえて、衛星 VDES の利用可能性についていくつかの提言を示す。

### 4.1 船舶識別

VDES や衛星 VDES は、現行 AIS の後継であるといわれることがある。確かに VDES 等を船舶識別のためのデータ交換に用いるのであればそのとおりである。しかし、それだけであれば現行の AIS を置き換える必要はない。

ITU 勧告「ITU-R1371」に規定される AIS は、当初主に操船のために用いることを想定している。しかし、今日 AIS が普及し、そのデータは操船の目的以外にも VTS (Vessel Traffic Service)、海上交通解析、事故解析（法的証拠として採用されている）などにも利用されるようになった。

これらの多目的な利用を考えたとき、現在の AIS のデータでは不足していると感じられることもある。例えば、

- ・船首方位 (Heading) のデータに小数点以下の値が含まれない
- ・船種がかなり限定的で多くのものはすべて貨物船になってしまう
- ・船舶の大きさに関して、長さ、幅のデータのみでトン数に関する情報がない
- ・行先 (Destination) の入力方法が徹底されていない
- ・到着予定日時 (ETA) の入力方法が徹底されていない (タイムゾーンの問題)

等が挙げられる。

VDES 等の船舶識別への利用は、現行 AIS との併用になることが想定されるが、新たに VDES を利用するときには、これらの問題点を検討し改善されたシステムとすることが望まれる。

また、現在 AIS は国内法で若干の違いはあるものの国際的には、

- ・国際航海を行う旅客船
- ・国際航海を行う 300 総トン以上の船舶
- ・国際航海を行わない 500 総トン以上の船舶

に搭載義務が課せられており、多くの内航貨物船 (500 トン未満) ・沿岸の漁船・小型船舶 (漁船、プレジャーボート等) には AIS を装備していないものも多くある。これは、船舶の自動運航、自律運航の時代にむけて、自動化に重要な周囲船舶等のターゲット認識に大きな情報欠落を招く。したがって、船舶識別の目的で VDES (衛星 VDES を含む) は出来る限りの全船装備を目指す必要があると考える。

また、衛星 VDES を利用すれば、地上波による VHF 帯の通信範囲に限定されることなく大洋航海中の船舶とも情報交換が可能となる。そのためには、インマルサットのデー



タ回線でポーリングによるデータ交換に比べて通信コストを安く抑えその操作も簡便なものとする必要がある。

## 4.2 高度な航行システムにおけるデータ交換

本 WG では、当初の検討課題として、

- ・ 協調航法
- ・ 船舶モニター、自律運航船、自動運航

を挙げた。

現時点での船舶運航自動化の動向としては、各自動化船舶が個々に自動操船することを想定しているものが多い。自動化船同士の避航などにおいては（おそらく自動化プログラムを実行している計算機同士が）互いに意図を交換することで安全性が向上することが考えられる。TCS（Track Control System）を利用したルートトラックングをベースとしたシステムであれば、そのための航路計画（Route Plan）を交換することで衝突回避の判断がしやすくなる可能性がある。その場合、必要なデータの通信量は、数キロバイト程度が想定される。この程度の通信量は、VDES および衛星 VDES で十分に交換可能である。これまで国際 VHF 無線電話で航海士同士が通話していたのに比べて、確実な避航操船のためのデータ交換が可能となる。

## 4.3 漁船・漁業への適用

漁船には巻き網漁業・底曳網漁業・刺し漁業（流し網漁船）・マグロ延縄漁船、釣り漁業（イカ釣り漁船）など種類がある。操業中の漁船が他の動力船を避航することは困難であり、航行中の一般船舶の方が漁船を視覚やレーダーによって識別し避航している。

沿岸では定置網や刺網、延縄、樽流し漁においては漁具が海中に存在しており、全ての航行船舶は注意が必要となっているが、霧中時や荒天時においては漁船本体以上に漁具の把握は大変厳しい状態となっている。

一般商船と漁船との通信においては、20 トン未満の漁船は VHF を設備化していないため、お互いの連絡手段は困難である。特にマグロはえ縄漁船の延縄漁具、サケ・マスやカジキの流し網漁具（網幅は海面から数 m 海中に没し、長さは数十マイルに及ぶことがある）、さらにカニやエビの籠漁具（海底に籠を設置し海面の大きな俵型のブイにつながっている）は、一般商船との接触などによる漁具や船体への損傷事故への不安が絶えない。また、漁労従事者の高齢化や少人数化が進むなか、安全情報を基本とした近海から遠洋までの“漁船と漁協間”や“漁船とその家族間”での通信は、インマルサット衛星設備など

高価な機器を設置可能な船舶に限られている。現在スマートフォンなどの利用によって沿岸での通信範囲の利便性が増加しているが、携帯回線の電波が届く範囲に限られるため陸岸から数十キロ以上離れると通信手段がない状況が生じている。携帯電話・スマートフォンの利用とともに更に通信範囲を拡大させた沖合や遠洋での簡易的な通信へのイメージはすでに広まっている。このため従来の衛星通信回線に比べて簡易で安価な通信回線の構築が強く望まれ、衛星 VDES の利用への期待は大きい。

漁業においては、従来整備拡充された漁業無線局が漁船の安全操業や水揚げに関わる連絡を行い、漁船の安全運航に寄与している。

近年、漁船への簡易型 AIS (Class B) の任意装備により、一般商船や漁船を含む付近の全ての船舶間で、船位・針路・速力・船名等のデジタルデータ情報交信が行われ、お互いの存在を意識しつつ早めの避航動作につながっているという状況もある。漁船同士の位置関係が明確となり、操業時に利用価値を実感している漁業者が増えている。海外の漁船においては、海上で漂流する漁具や漁網の位置情報に違法性があるものの AIS-SART のようなブイ型の簡易型 AIS を漁具に直接取り付け、自船や他船でのレーダーや ECDIS へ表示することができることが確認されている。

このように、漁船における通信状況の改善とすでに AIS の有用性が認識されている状況において、さらに低コストで確実に使用可能な衛星 VDES の実用化には、多大な寄与が期待できる。

#### 4.4 内航船への普及

内航船における AIS 使用の実態を調査したが、搭載義務のある船舶では装備したものの十分に活用されているとは言い難い。義務のない船舶では、少しずつ Class B AIS が普及しつつあるもののメリットがない限り普及は進まないということであった。これには様々な要因が考えられるが、乗組員の高齢化や法定の配乗数が最低限まで減っているなど、新しいシステムへの対応が難しい状況が考えられる。

VDES・衛星 VDES により確実なデータ交換の手段を提供し、プロッター等と併せてサービスを提供できれば、ECDIS のない小型船でも情報量が増え航行や錨泊時の安全性向上に寄与すると考える。沿岸、近海で多数を占める内航小型船への普及の方策について検討を進める必要がある。

#### 4.5 全船装備にむけて

利用検討において、想定する利用の場面を考えた時従来の AIS のように小型船舶など装備されない船舶が相当数存在するという状況は好ましくなく、可能な限り全船舶への

装備が望まれるという意見が大勢を占めた。そのために必要となる具体的な方策として以下の事項が挙げられる。

- ・機器の小型化、装備の容易性、低廉化
- ・機器の操作性
- ・操作に必要な免許制度
- ・通信回線費用の低廉化

#### (1)機器の小型化, 装備の容易性, 低廉化

全船装備を目指したとき、貨物船等の商船その他ではさほど問題にならないかもしれないが、小型船舶とくに総トン数が数トン程度の船舶では機器を設置する十分なスペースがないことが想定される。また、上部構造物がないものも想定されるため、端末機器は可搬性があることも必要な場面が想定される。さらに、電源が確保できない場合もあり、衛星 VDES 機器装備には、小型軽量で十分な容量が確保できるバッテリー等も考慮の必要がある。

マイクロ波を用いた衛星通信では、一般的にパラボラアンテナ等の指向性の鋭いアンテナを装備する必要がある。さらに船舶では衛星の方向を追従するための機構も必要となり、アンテナが複雑でレドームを取り付ける等の大規模になる。一方、衛星 VDES で利用するアンテナは、現在 AIS で利用されている無指向性の小型軽量で安価なものであり、小型船舶への装備も容易であると考えられる。さらに、全船舶搭載による量産効果により導入の初期コストを低く抑えることで普及の相乗効果が強く望まれる。

#### (2)機器の操作性

VDES と衛星 VDES は基本的に同じプロトコルが採用され、サービスは共通化されることを想定している。利用者からは、回線として地上波を用いているのか、衛星を利用しているのかを意識することなく、海域と通信の状況によりシームレスな利用ができるようにシステムが自動的に回線を選択するような工夫も必要であると考えられる。また、具体的な操作として、電源スイッチを入れるだけで、船舶識別等の必要なサービスが自動的に動作し他の通信サービス等は、例えばスマートフォンをユーザーインターフェイスとして利用できるようにするなど特別な知識がなくても VDES および衛星 VDES が利用できるようなシステムの実現が望まれる。

#### (3)操作に必要な免許制度

現在、Class A AIS については、GMDSS<sup>15</sup>の要素の一つでもあり、GMDSS 対応の無線従事者免許がその船舶で選任されている必要がある。これは ITU（国際電気通信連合）

---

<sup>15</sup> Global Maritime Distress and Safety System 海上における遭難および安全の世界的制度

が規定する証明（ROC: Restricted Operator's Certificate、GOC: General Operator's Certificate 等）を有している必要があり、国内では最低でも第一級海上特殊無線技士の免許が必要となる。これは、とくに小型船舶等を含めた全船装備に対して一つの障害となる。一方 Class B AIS については、総務省告示により無線従事者免許を必要としないこととなっている。Class B VDES および衛星 VDES（以下、簡易型 VDES）も無線従事者免許が不要となるよう制度の提案が不可欠である。

現在、Class B AIS であっても無線局の免許は必要であり開局の申請手続きが必要である。この手続きは完全になくすことはできないと思われるが、一定の条件（空中線電力その他）を満たせば登録局とできるような簡易な手続きとする可能性がないか、検討が必要であろう。

#### (4)通信費用の低廉化

衛星 VDES となれば地上波を用いる場合と異なり、通信網として機能するための必要な数の衛星の製作と打上げ等の莫大な費用が想定される。そのため、既存の衛星通信は回線使用料が高価であるのが一般的である。端末機器導入のための初期コストだけでなく、継続的なランニングコスト（回線使用料）が経済的負担の許容範囲を超えて高価なものとなってしまうと利用者の獲得は困難となる。そのため、サービス内容（情報の種類）等に即して回線使用料を選択できるような方策も必要であろう。さらに、本 WG で種々の検討を行ったが、利用者が利用したくなるようなサービスの提供も重要な要素となる。そうすれば時間経過とともに普及も望めるものと期待される。

その他、VDES・衛星 VDES を装備することで安全性の向上が図られるということが示されれば、船舶の損害保険料の減額などのインセンティブを用意することも普及を促進する一つの要素となる可能性がある。

## 5 事業化とコンソーシアムの発足を目指して

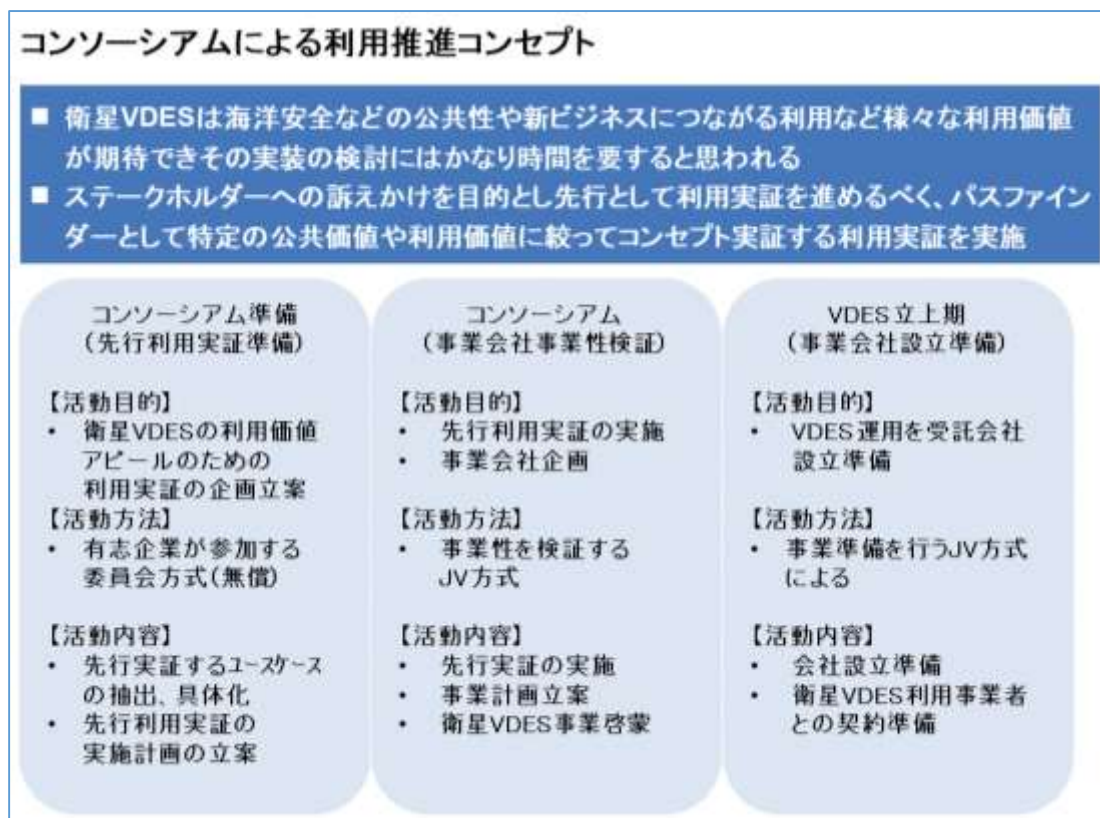
衛星 VDES は海洋安全などの公共性や新ビジネスにつながる利用など様々な利用価値が期待でき、今後想定される国際ルール形成の優位なポジションを日本が確保するために、日本がその利用事業を推進していくべきと考える。

ただし、その公共性や新ビジネスにつながる利用など様々な利用価値が期待できるため、その社会実装にはかなりの時間を要すると考えられる。

海外の様々な取り組みに遅れることなく日本のプレゼンスを得ていくための方法として、委員会による利用実証計画の具体化を行うとともに、将来の衛星 VDES を運用する機関・事業者の検討を進めていくためのコンソーシアム設立の検討を開始した。

### 5.1 コンソーシアムの目的

衛星 VDES 利用を推進するために、ユースケースの実証を実施し、我が国で社会実装する価値を広く認めてもらうとともに公共性を担保しつつ経済自律性のある事業会社の企画を行う。（世界展開を視野に）



## 5.2 コンソーシアム設立スケジュールの検討

利用 WG のテーマ別会合で事業化に向けたマイルストーンを検討した。その結果、今年度の委員会の検討結果をもとに 2021 年度からコンソーシアム設立の準備を開始し、2021 年 7 月までにコンソーシアムを設立する方向で進めることとした。

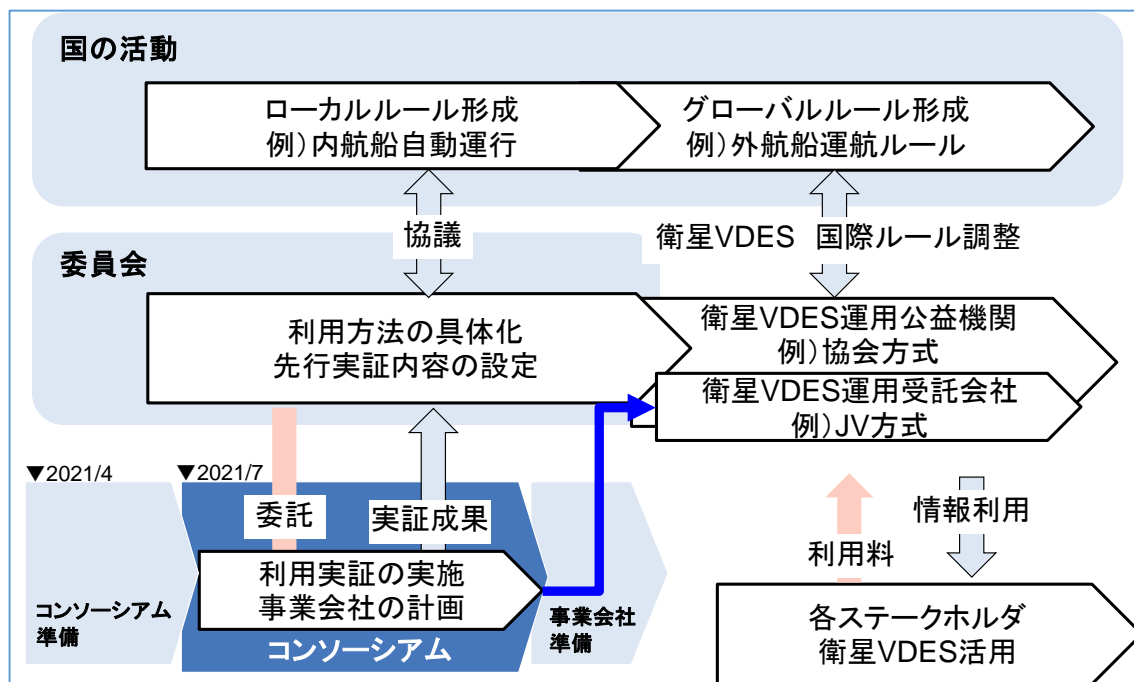


図 5-1 コンソーシアム設立と全体マイルストーン

## 6 その他の活動・検討

その他に、利用 WG 活動に関連して、下記の様な活動・検討を実施した。

### (1) 衛星 VDES 関係の学会発表等

衛星 VDES・利用システム並びに政策検討に関し、様々な専門家との意見交換を目的に、次のような活動を実施した。

- 北海道総合通信局主催の下記研究会に委員を派遣（2020年11月より）  
「衛星を活用した VHF データ交換システム（VDES）の導入による海上無線通信の高度化に向けた調査検討会」
- 海洋政策学会第12回年次大会研究発表（2020年12月）  
「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」  
（渡辺忠一・吉田公一・若林伸和）
- VDES利用に関する関係機関向けヒアリング時に於ける衛星VDES説明を個別に実施（ニーズ情報を収集の一貫で）

### (2) プロモーションビデオの作成（延期）

IALA eNav27（2021年3月）並びに海上保安庁主催の国際ワークショップ（於、東京）において衛星 VDES 利用の啓発活動の一環でプロモーションビデオ作成を計画していたが、コロナ禍の影響で各イベントが開催中止もしくはオンライン開催に変更となったため、次年度に延期することとした。

同様に、予定していた実証デモ及び当初検討していた VDES シミュレータ整備も次年度以降に延期することとした。

### (3) 衛星打上げ計画の推進

海洋政策研究所のミッションである「衛星 VDES 運用国際機関の創設」に関する提言・設立促進のためには、VDES 衛星（の一部）を保有する必要がある。

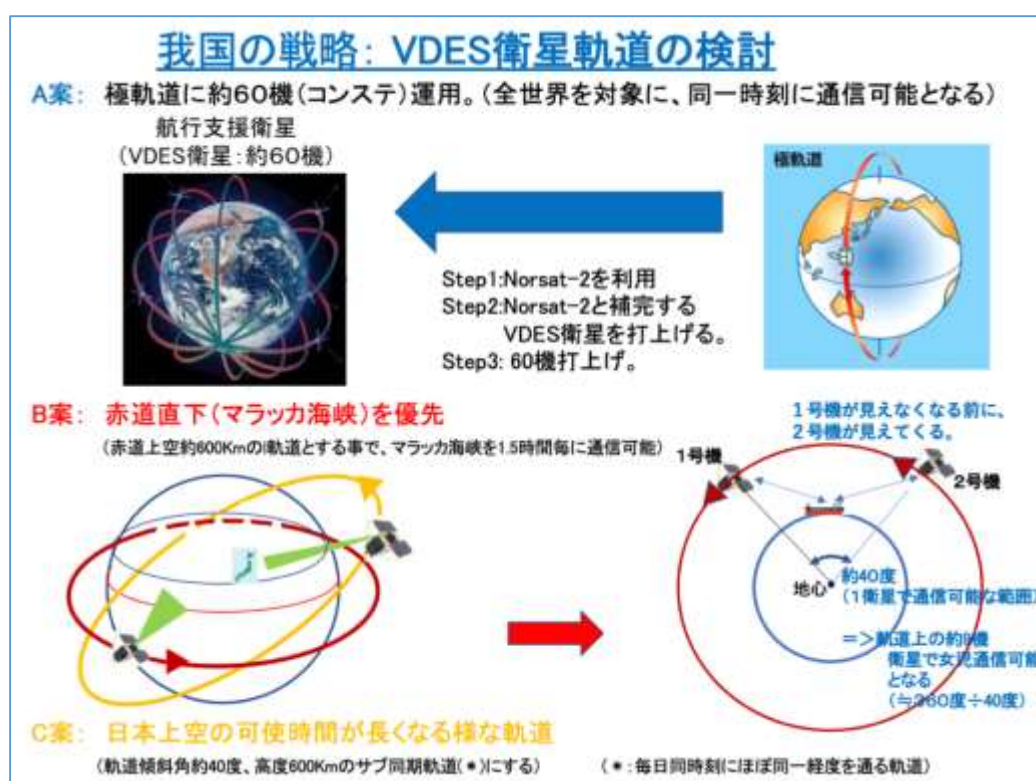
関連する国際動向は次のとおりである。（下図を参照）

- ① 2017年にノルウェーが NORSAT-2 衛星を打上げて、衛星 VDES 通信実験を ESA（欧州宇宙機関）各国他と実施した。
- ② 2020年8月にスウェーデン（Saab社）が英国・北米と連携して、2022年に VDES 衛星打上げ計画を発表。
- ③ 2020年9月にデンマーク（Sternula社）が、2022年に2基、2028年までに60基の VDES 衛星コンステレーション整備を行う計画を発表した。

我が国の衛星打上げ・保有に関し、下記複数ケースでの検討を実施中である。来年度設立予定の衛星 VDES コンソーシアムの活動の中で具体的な検討を行うべく、OPRI・衛星 VDES 委員会として活動支援を強化し、海洋宇宙連携政策の具現化を図ることが重要となっている。

また、VDES 衛星は周回衛星のため、1つの地上局からは1軌道パス当り、15分が可視時間となり、利用システム開発・検証時間を確保しにくいいため、地上に VDES シミュレータを整備し、インターネット経由で世界中から利用できる「衛星 VDES アプリケーション開発 Test Bed」の整備を行い、世界中のアプリケーション開発に貢献することも並行して検討する政策が有意義であると考えられる。

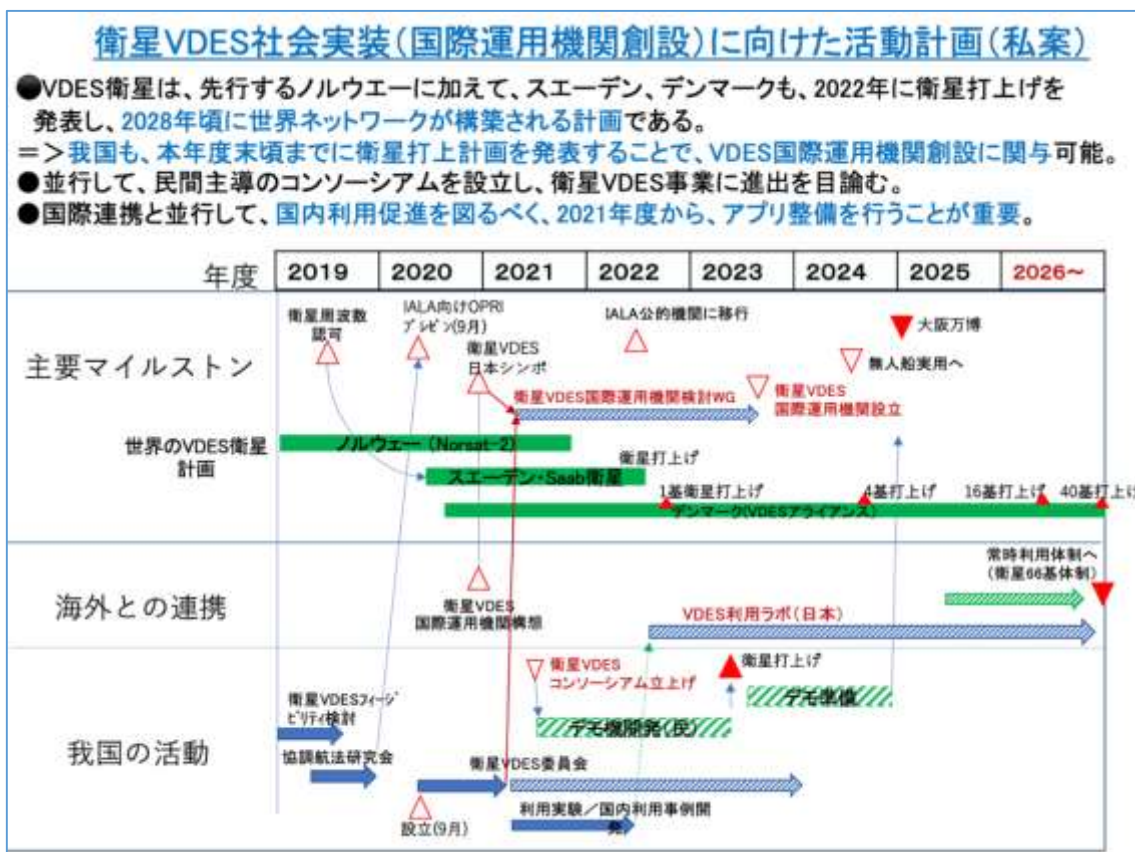
尚、衛星軌道に関しては、下図の様に、A 案) NORSAT-2 同様の極軌道、B 案) マラッカ海峡 (赤道) 上空を每周回通る軌道、C 案) 日本の緯度帯を周回する軌道等が考えられる。我が国の戦略検討が重要となる。



尚、衛星軌道に関しては、下図の様に、A 案) NORSAT-2 同様の極軌道、B 案) マラッカ海峡 (赤道) 上空を每周回通る軌道、C 案) 日本の緯度帯を周回する軌道等が考えられる。我が国の戦略検討が重要となる。



また、少ない衛星数から利用を開始するか、一気に国際連携した常時通信システムを構築するかの方針も、ステークホルダーの戦略・戦術の整合性確保を図る為に重要となる。我が国が主体的に調整活動を行う為の態勢の整備が重要である。2025年に我が国で開催される大阪万博は、我が国プレゼンス確保・世界益への貢献の良い機会と考えられる。



## 7 終わりに

この WG は、2020 年 9 月から精力的に会合を重ね、全体会合に加えて

- ① 主に大型船の立場を対象としたグループ別会合 1
- ② 主に漁船やプレジャーボートなどの小型船舶と内航小型船などを対象としたグループ別会合 2
- ③ 衛星 VDES の具体的な実現とその運用組織を見すえた事業化とコンソーシアム実現に向けたグループ別会合 3

の 3 つのグループに分けてそれぞれより専門的な検討を行った。

検討を進めた結果、現行の AIS の後継として衛星 VDES は、その問題点の改善を含めた船舶識別への利用とともに小型船舶等を含め可能な限り全船への装備が重要であるという認識を持つに至った。

今後は、そのために必要な

- ・機器の小型化、低廉化、装備の容易性
- ・無線に関わる免許の簡易化（従事者免許不要、免許局または登録局の可能化等）
- ・通信コストの低廉化

等の問題解決に向けた努力が必要である。並行して衛星 VDES の実用化を睨んで本報告書で検討した利用（サービス）の詳細検討・実現に向けた活動を継続し、実用的な利用を拡大することを期待する。

今回の検討を通じて、次に示す衛星 VDES の特徴と利用優位分野が判明した。この背景を踏まえて、今後の実利用に際しては、他の通信回線とメリット・デメリットの比較検討も行い、協調しながら衛星 VDES としての特徴を活かした利用が展開される事が期待される。

- ・衛星を利用するため地上系の通信と比べて、通信可能な範囲が圧倒的に広い
- ・VHF 帯電波を利用するため、機器類の装備や操作が簡単にできる
- ・通信速度は低速で通信容量は小さいが、特定用途のデータ通信を確実に行うことができる
- ・AIS 画面に表示されている固有の船舶と AIS 経由で取得した「船舶 ID」で直接双方向通信が出来る。
- ・地上 VDES と衛星 VDES を同じ通信装置でシームレスに利用できる

衛星 VDES のメリットをよく認識した上で、従来の VHF 無線電話およびデータ通信、インマルサット衛星通信のデータ通信等と差別化し、衛星 VDES の特徴を生かした利用方法が実現することを強く願ってここに本報告書の結びとする。

最後に、利用検討に貴重な情報の提供とご助言をいただいた、関係機関・企業の皆様方に深く感謝いたします。

## 衛星 VDES 委員会 利用検討ワーキンググループ委員・専門委員名簿

(敬称略 五十音順, ◎主)

査)

委員

織田 博行 株式会社商船三井  
小野寺 簾 一般社団法人マリン事業協会  
桑原 悟 株式会社日本海洋科学  
(テーマ別会合1 グループ代表)  
志佐 陽 株式会社 IHI  
(テーマ別会合3 グループ代表)  
中溝 和馬 三菱造船株式会社  
林 敏史 国立大学法人 東京海洋大学  
(テーマ別会合2 グループ代表)  
山崎 伸也 川崎汽船株式会社  
◎ 若林 伸和 国立大学法人 神戸大学 大学院  
渡辺 忠一 公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所

専門委員

高橋 実 合同会社スペースシステムサポーターズ

オブザーバー

吉田 公一 一般財団法人 日本舶用品検定協会  
北川 弘光 公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所

事務局 (公益財団法人 笹川平和財団海洋政策研究所)

赤松 友成  
岩田 高志 (2021.2 まで)  
角館 悠太  
工藤 栄介  
田中広太郎 (2021.3 から)  
水成 剛

さらに、技術ワーキンググループのメンバーも、利用 WG の会議に適宜参加した。

2020 年度 衛星 VDES に関する委員会報告書

総合版

2021 年 6 月発行

発行 公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所

編集 赤松友成・工藤栄介・田中広太郎

〒105-8524 東京都港区虎ノ門 1-15-16 笹川平和財団ビル 6 階

TEL: 03-5157-5210 (代表) FAX: 03-5157-5230 (代表)

<https://www.spf.org/opri/> E-mail: [oceanpolicy@spf.or.jp](mailto:oceanpolicy@spf.or.jp)

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN 978-4-88404-365-0

本資料は、ポータルレースの交付金による日本財団の助成を受けて笹川平和財団海洋政策研究所が発行したものです。