

「船舶向け通信衛星コンステレーションによる海洋状況把握技術の開発・  
実証」  
に関する研究開発構想（プロジェクト型）

令和4年10月

内閣府  
経済産業省

## 目次

1. 事業の背景、目的、内容	4
(1) 事業の目的	4
① 政策的な重要性	4
② 我が国の状況	5
③ 世界の取組状況	6
④ 本事業のねらい	6
(2) 事業の目標	7
① アウトプット目標	7
② アウトカム目標	7
(3) 事業の内容	9
研究開発項目① システム設計	9
ア. 研究開発の必要性	9
イ. 具体的研究内容	10
ウ. 達成目標	16
研究開発項目② 重要要素技術の開発	16
ア. 研究開発の必要性	16
イ. 具体的研究内容	16
ウ. 達成目標	19
研究開発項目③ システム実証	19
ア. 研究開発の必要性	19
イ. 具体的研究内容	19
ウ. 達成目標	20
2. 実施方法、実施期間、評価	20
(1) 事業の実施・体制	20
(2) 事業の実施期間	21
(3) 評価に関する事項	21
(4) 社会実装に向けた取組	23
(5) 総予算	23
(6) 経済産業省の担当課室	23
3. その他重要事項	23
(1) 研究開発成果の取扱い	24
① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及	24

② 標準化施策等との連携 .....	24
③ 知的財産権の帰属、管理等の取扱い .....	24
(2) 「研究開発構想」の見直し .....	24
(3) 研究開発の対象経費 .....	25
4. 研究開発構想の改定履歴 .....	25

## 1. 事業の背景、目的、内容

### (1) 事業の目的

#### ① 政策的な重要性

海洋の安全保障環境が厳しさを増すなか、我が国が地政学的優位性を利用し「自由で開かれたインド太平洋構想」を実現するため、宇宙を活用した我が国周辺海域、及びシーレーン周辺海域の海洋状況把握（MDA、Maritime Domain Awareness）を行う能力の強化が必要である。

第3期海洋基本計画（平成30年5月閣議決定）にはMDAが初めて明記され、その能力強化について「情報収集体制」、「情報の集約・共有体制」及び「国際連携・国際協力」という3点を柱に重点的に取り組むこととされた。

MDAが対象とする情報の具体例として、以下が上げられる。

(ア) 海洋環境情報：水温、海流等の自然科学データ

(イ) 船舶に関する情報：船籍、船種、船舶動静等の情報

(ウ) 海洋インフラに関する情報：港湾、海上構造物等に関する情報

このうち、従来の宇宙からの地球観測では、(ア)の海洋環境情報はマイクロ波放射計を搭載した衛星、(ウ)の海洋インフラ情報は、光学センサ・レーダー等を搭載した衛星により、それぞれ継続的に観測されてきた。一方、(イ)の船舶に関する情報は、広大な海域を移動する船舶を網羅的に把握する手段が不十分で、十分なデータも蓄積されていない。「我が国における海洋状況把握(MDA)の能力強化に向けた今後の取組方針」（平成30年5月総合海洋政策本部決定）においても、海洋における脅威・リスク等の早期察知に資する情報収集体制に関連して「すべての船舶の動静が把握されている状況ではない」と記載されている。

経済安全保障重要技術育成プログラムの研究開発ビジョンにおいても、海洋領域で支援対象とする技術において、

- 現行の船舶自動識別システム（AIS、Automatic Identification System）を高度化した次世代データ共有システム技術が上げられている。

本研究開発構想では、研究開発ビジョン（第一次）に定められた一般船舶の未活用情報を海洋状況把握へ活用するため、プロジェクト型として上記のAISの高度化と次世代データ共有システム技術を研究開発し、船舶の動静情報を網羅的に収集し、海洋状況を効果的に把握することを目的とする。

## ② 我が国の状況

2002 年から AIS の装備が条約によって一部の船舶に義務づけられ、衛星を利用した地球規模での船舶動静（動的情報、静的情報、航海関連情報等）の把握が可能になった。これらの情報は、船舶間で相手船の位置・針路等を電子海図、レーダー等に表示し安全航行に利用できるほか、領海等の周辺海域における船舶動静監視等の海上保安業務や港務に関する連絡調整に利用する等の活用が広がっている。しかし、AIS 搭載の船舶が外航船や一定トン数以上の内航船舶に限られることから、漁船や小型船による搭載が進んでおらず、海上保安業務についても AIS 信号の断やスプーフィング（信号の欺瞞によるなりすまし）が行われる等により、MDA の情報としては信頼性が十分でないのが現状である。また、AIS 信号は海上の近距離で情報を交換することを前提に設計されているため、宇宙で受信した場合、信号の衝突による抜けが多く、また、リアルタイムでない等、信頼性のあるデータの取得に限界がある。

このような状況下で、AIS による情報交換を高度化・高速化し、衛星による信号中継も行うための双方向デジタル通信システム（VDES：VHF Data Exchange System）が構想され、2019 年 11 月の ITU（国際電気通信連合）の WRC（世界無線通信会議）において、VDES に必要な周波数の割当てが決定された。VDES は次世代 AIS とも云われており、従来の AIS にアプリケーションによるメッセージ交換及び地上及び衛星の VDE による双方向の通信機能を追加したシステムである。

VDES は、2012 年 12 月に東京で開催された海上保安庁による「次世代 AIS 国際標準化のためのワークショップ」において、日本からの提案により VDES という名称が定められた。また、周波数割当てが決定される前の WRC においては、衛星 VDES の導入について各地域から異なった見解や周波数プランが提案されていたが、日本が提案した案を各国・地域が受け入れ、その規格が合意された。

さらに、日本が主導し、ノルウェー及びシンガポールと共に、VDES を AIS の同等物として船舶に搭載できるようにするための条約の改定を IMO（国際海事機関）に提案し、2021 年 5 月の第 103 回海上安全委員会で承認され、2024 年から作業が開始される予定となっている。

このことから VEDS は日本が国際標準化を主導してきたとも言え、VDES の機能を搭載した衛星の基盤技術を世界に先駆けて確立し、政府、民間で利用用途を広げることの意義は大きい。

### ③ 世界の取組状況

2017年7月に、ESA（欧州宇宙機関）からの受託を受けたノルウェーNSC（Norwegian Space Centre）が、NORSAT-2（国際標準化前であるが、VDESと同等の機能を持つ）を打上げ、北極海で実証実験を実施・運用中である。また、NORSAT-3としてVDES信号以外の電波も探知する衛星を開発中である。

2020年8月に、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月には、IALA会合において、Sternula社（デンマーク）が、2022年に1機、その後、2024年に4機、2026年に16機、2028年に40機と、累計で61機のVDES衛星を打上げる計画が発表された。

アジア地域では、日本以外に豪州、中国、シンガポール及び韓国が衛星VDESに対する関心が高い。

これらに対し、我が国では、JAXAがAIS信号受信機をSDS-4（スカパーJSATに移管、現在は運用終了）、ALOS-2（運用中）、ALOS-4（予定）にそれぞれ搭載し、宇宙からの船舶動静把握に成果を挙げている。民間では、IHIがAIS信号受信機を搭載した3Uキューブサットを国際宇宙ステーションから軌道投入している。IHIジェットサービスでは、船舶動静情報をWeb上のShipViewにより提供するビジネスを展開しており、情報の集約・共有の基盤技術もある。これら基盤技術をもとに、今後大きく進展するであろうVDES衛星とそのコンステレーションの技術基盤の研究開発を世界に先駆けて行うことの意義は大きい。

### ④ 本事業のねらい

我が国の安全保障活動において、海洋における脅威・リスク等の早期察知に資する情報収集体制に関連して、「すべての船舶の動静が把握されている状況ではない」現状を抜本的に改善する宇宙インフラを活用した自律的なMDA能力をもつことは重要である。また、我が国の社会経済活動を担う安心・安全な海上交通輸送システムの運用を支える海上保安業務に関しても、宇宙インフラを活用した双方向通信が、海上安全情報の提供や航行援助・海上交通管制の能力を高めることに大きく役立つ。

本事業では、我が国が国際標準化を主導してきたVDESをベースに、宇宙から船舶動静情報を網羅的に収集するMDAのための衛星技術及び、双方向通信による海事情報の集約・共有を行うためのデータプラットフォーム技術の研究開発を行う。中国等が積極的な技術開発を行い、実績を積み重ねることで自国

に有利なルール作りを指向していることに対して、本事業で諸外国のペースを上回るスピードで VDES の技術を確立し、世界市場で優位性をもちルール形成等でも主導的立場に立つことを目的とする。

その成果は、2026 年度までに複数の VDES 実証衛星を打ち上げて行う日本 EEZ での技術実証を経て、2029 年度までに確立した VDES の技術を VDES 衛星コンステレーション及び海洋状況データプラットフォームの構築に実装することで、全地球を対象とした MDA 能力の強化及び海洋における双方向通信を実現し、ひいては我が国の「自由で開かれたインド太平洋構想」に資するものとする。

## (2) 事業の目標

### ① アウトプット目標

本事業では、AIS を高度化した VDES を搭載するための衛星技術と MDA 情報の集約・共有を行うための次世代データ共有システム技術を確立する。それぞれの技術の最終目標の概略は以下のとおりである。詳細な技術目標については、(3) 項の事業の内容に記載する。

#### 【最終目標】

##### <VDES 衛星技術>

重量： 50kg 以下  
寿命： 4 年  
受信信号： VDES 信号、IoT 信号  
電波観測： L, S, X 及び K バンドの信号が受信可能<sup>※1</sup>  
船舶識別分解能： 1km 以下<sup>※1</sup>

※1 研究開発開始時の想定であり、詳細はシステム設計で決定する。

##### <次世代データ共有システム技術>

提供データ： 船舶動静等の海洋状況、氷床・海洋気象、港湾管理情報、海上安全情報等

### ② アウトカム目標

(ア) 本事業の成果が基幹技術となり、VDES 衛星コンステレーション、及び次世代データ共有システム技術に基づくデータプラットフォームが構築され、表 1 に示すサービスが提供されていること。

表 1 本事業により提供を見込むサービス

サービス	内 容
MDA:海洋状況把握 (法執行、海洋安全保障)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 不審船等の発見</li> <li>・ IUU 漁業<sup>※2</sup>、密輸、密航等の監視</li> <li>・ 被拿捕防止</li> <li>・ 捜索救助</li> <li>・ 環境の保護</li> </ul>
海上保安業務 (海上交通安全)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海上安全情報の提供<sup>※3</sup></li> <li>・ 航行援助・海上交通管制 (VTS) <sup>※4</sup></li> <li>・ 衝突防止</li> <li>・ 氷海情報の提供</li> <li>・ 捜索救助情報の提供</li> <li>・ 航路障害物の監視</li> <li>・ 航路標識の管理</li> </ul>
港湾・物流管理 (ビッグデータの収集)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 港湾管理 (入出港調整、岸壁管理)</li> <li>・ 船舶・コンテナ等の物流管理</li> <li>・ 水先案内での利用</li> <li>・ 船舶の状態監視・デジタルツイン</li> </ul>
双方向の高度情報通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 船舶・陸上間の情報通信</li> <li>・ 小型船、漁船向けの情報提供</li> <li>・ 音声通信・メールサービス等</li> </ul>
将来サービス (エクストラサクセス)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動運航、運航省力化・省エネルギー化</li> <li>・ 協調航法<sup>※5</sup></li> <li>・ GNSS 補強・産地証明</li> </ul>

※2 違法 (Illegal)・無報告 (Unreported)・無規制 (Unregulated) 漁業

※3 IMO/WMO/IHO 等が定める国際枠組の位置付けが必要

※4 VTS: Vessel Traffic Service (我が国の VTS はすべて内水であるが、外国では衛星が有効な場合もある)

※5 自動運航船による周辺船舶との連絡など

(イ) 上記サービスを担うデータプラットフォームが構築されており、プラットフォーム上でのデータ収集、レイヤー毎 (政府・民間) にアクセスが設定可能なデータ基盤、及びサービスを提供するアプリケーション群が

運用されていること。また、これが民間事業化され、又は政府調達によるシステムとして稼働していること。

(ウ) 上記プラットフォームが、他の海事関係プラットフォームや海外の VDES 関連プラットフォームと相互に接続して運用されていること。

(エ) 本事業の成果から生まれた製品やサービスが、我が国政府のみならず、海外の政府、民間事業者等からも調達されていること。

### (3) 事業の内容

本事業で研究開発を実施する MDA のための衛星技術及び、双方向通信による海事情報の集約・共有を行うためのデータプラットフォーム技術は、我が国が安全保障活動、社会経済活動を行う上で必須の基盤インフラ技術であり、他国に依存することなくこれを自律的に構築する能力を担保し、国の政策実施のために必要なデータ等の取得、分析及び提供することを目的としている。また、世界的にも本技術は確立されておらず、本事業と同様の研究開発構想においても民生利用のみならず公的利用につなげていくことが前提となっている。そのため以下の研究開発項目は全て委託で実施するものとする。

#### 研究開発項目① システム設計

##### ア. 研究開発の必要性

本事業では、世界に先駆けて VDES の機能を搭載した衛星 (VDES 衛星) コンステレーションの基盤技術を確立し、宇宙から船舶動静情報等を網羅的に収集することで海洋状況を効果的に把握するための衛星技術及び、情報の集約・共有を行うためのデータプラットフォーム技術の研究開発を行う。これを政府が必要とする海洋情報把握能力の強化だけでなく、民間の海上輸送サービスの効率化・競争力強化に活用し、同分野での戦略的自律性・不可欠性の確保を図る。

これを達成するためには、国際市場において競争力をもつシステムの性能を想定した上で、アフォーダブルなもの (個々の要素技術で高性能を追求することなく、システム全体として必要な機能・性能を低コスト・短時間でユーザに提供できるもの) として開発・実証する必要がある。システム設計では、システムの性能からサブシステム及びキーとなるコンポーネントに性能要求をフローダウンするにあたり、バランスのとれた要求仕様となるように設定する。

## イ. 具体的研究内容

VDES 衛星コンステレーション及びデータプラットフォームが提供する表 1 に示すサービスごとにそれぞれのサービスの優位性を確保するためのシステムの機能・構成を以下に示す（将来サービスはエクストラサクセスのため除く）。

### A) MDA：海洋状況把握（法執行、海洋安全保障）

MDA においては、AIS 信号を発信していない船舶の位置や動静も宇宙から監視できる機能が必要とされる。また、AIS 信号を発信していても、信号に含まれる ID 等の情報を偽装する「スプーフィング（なりすまし）」への対応も必要になる。このため、海洋状況の有効な把握のためには以下の機能が必要となる。

#### (ア) AIS 信号及びそれ以外の電波を監視できること

AIS 信号（VHF 帯）を発信していない船舶であっても、UHF、L バンド（イリジウム、インマルサット等）、S・X バンド（レーダー）、X・K バンド（各種衛星通信）等の電波が発信されている。これらの発信源を探知するためには、VHF 帯だけでなく、より高い周波数を含む広帯域の電波信号の収集と、それらをデジタル・サンプリングし、正確なタイムタグをつけてダウンロードする機能が必要である。

#### (イ) 対象船舶の位置情報等を正確に把握できること

AIS 信号には船舶の位置情報等が含まれているが、非 AIS 信号、もしくは船舶の位置や ID を偽装した AIS 信号からは正しい情報が得られない。正しい位置情報を得るには、複数のアンテナで受信した電波信号のデータから発信源を特定する機能が必要である。

#### (ウ) 海洋状況全体のデータから船舶の動静を分析できること

(ア)、(イ)の機能を用いて監視対象海域に存在する全ての船舶の位置情報等のデータベースをプラットフォーム上に構築し、その上のアプリケーションを用いて位置情報の時間変化を解析することで、船舶の動静に基づくインテリジェンスを抽出する機能が必要である。

これら 3 つの機能を持つためのシステム構成を図 1 に示す。

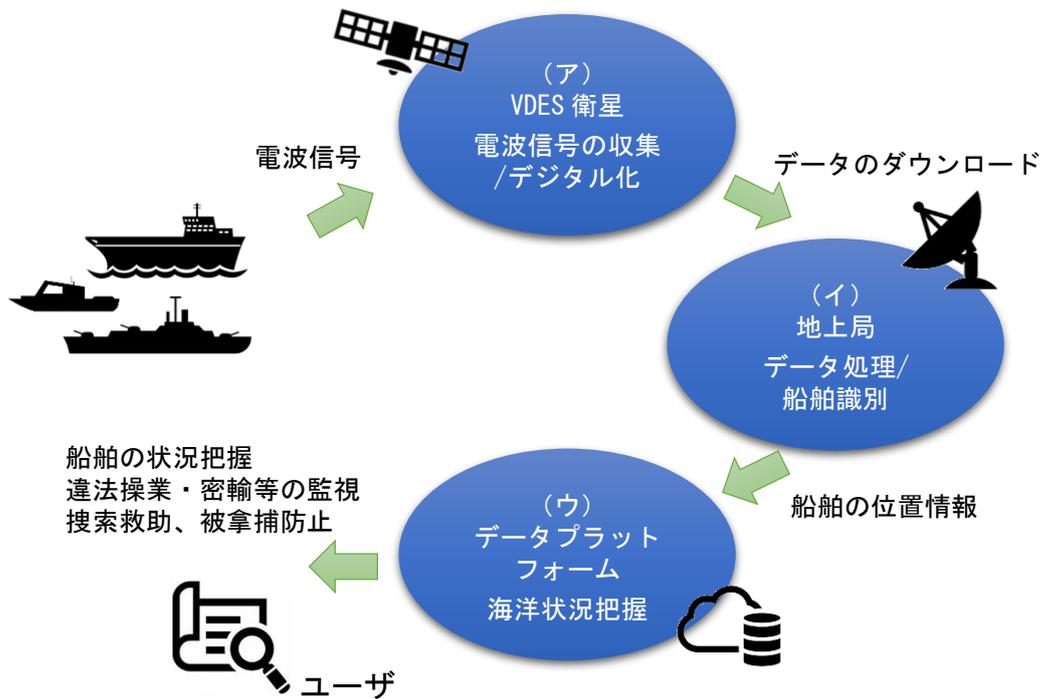


図1 VDES 衛星による海洋状況把握

## B) 海上保安業務（海上交通安全）及び港湾・物流の管理

VDES を自律的に運用するためには、VDES の搭載が多くの船にとって利益となることが重要である。海上交通安全業務においては、NAVAREA 又は METAREA XI 航行警報や水路通報、気象情報による危険の回避、海上交通管制による運航の安全確保と効率化が期待できる。また、入出港の調整や岸壁管理といった、港湾管理や海上物流の効率化等も可能になる。

これらを実現するためには、以下の機能が必要となる。

### (エ) 海上交通や港湾・物流の管理に必要な情報が一元的に管理され、安全情報が提供されていること

AIS や IoT により収集されたデータを、適切な情報セキュリティ（匿名化）を確保したうえで公知化し、一元管理する機能が必要である。さらに、気象情報や港湾の状況等の情報が効果的に提供され、個別の船舶に対して情報を発信する機能も必要である。

(オ) VDES 衛星コンステレーションが低軌道上に構築されていること

有用な情報が我が国沿岸だけでなく、全球において提供されていることは、特に外洋航行船舶にとっての大きなメリットとなる。このため、国際的な標準に従って情報を提供する VDES 衛星コンステレーションを低軌道上に構築し、地球上の任意の地点で任意の時刻に情報にアクセスできるように軌道面の配置及び必要な衛星数を定める必要がある。

これら 2 つの機能を持つためのシステム構成を図 2 に示す。

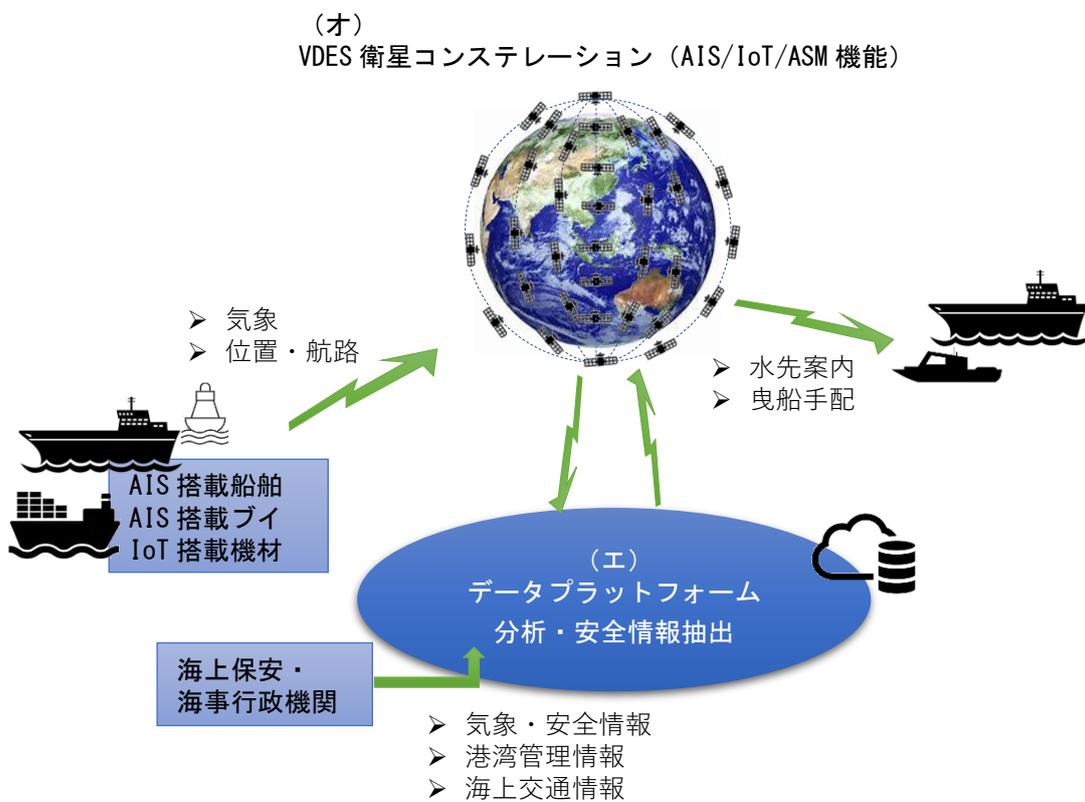


図 2 VDES 衛星による海上交通安全、港湾・物流管理等の業務

### C) 双方向の高度情報通信

船舶においては、現在インマルサット等により行っている、特に外洋での双方向データ通信をより低コストで行うニーズが強い。また、船舶・コンテナ等の物流管理、ブイや漁具等の状況把握や船舶の状態監視・デジタルツインといったビッグデータの収集手段としても、地球規模のデータ通信の必要性が高まっている。これら海上輸送における低コストのデータ通信手段として、VDES 衛星星座の AIS、IoT 及び VDE 機能が活用できる。これによる高度な双方向の情報通信の構成を図 3 に示す。

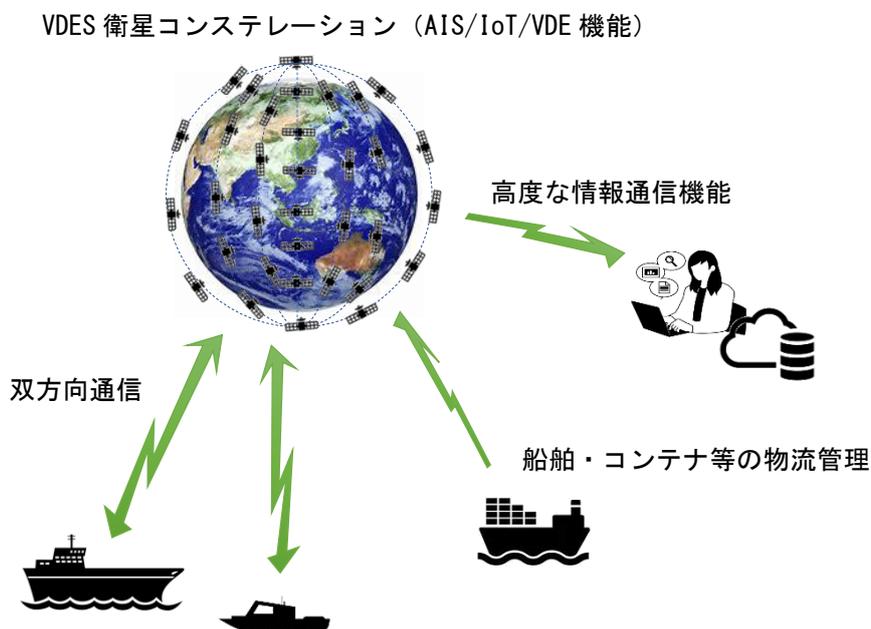


図 3 VDES 衛星による双方向の高度な情報通信

システム設計を行うにあたり、前記 (ア) から (エ) で示される機能それぞれの性能要求を以下に示す。

- ・ VDES 衛星と VDES 衛星からなる衛星星座への性能要求【図 1 の (ア) 及び図 2 の (オ)】

VDES 衛星は、ミッション機器として以下の 3 つのサブシステムを搭載する。

1. 船舶からの VDES の規格<sup>\*6</sup>に則った VDES 信号 (以下、AIS、ASM 及び VDE の信号を総称して VDES 信号と呼ぶ。VDES 信号の一部を表す場合は、続く ( ) 内の記述で明示する)、民生用に使われている IoT 信号、非

- AIS 信号とスプーフィング信号、及び、地上局からのアップリンクを受信するサブシステム
2. VDES 信号 (ASM と VDE) を地上の VDES ユーザに、また衛星で収集した電波情報をデジタルデータ化して地上局に送信するサブシステム
  3. VDES 信号 (ASM と VDE) を船舶の VDES ユーザに送信するサブシステム

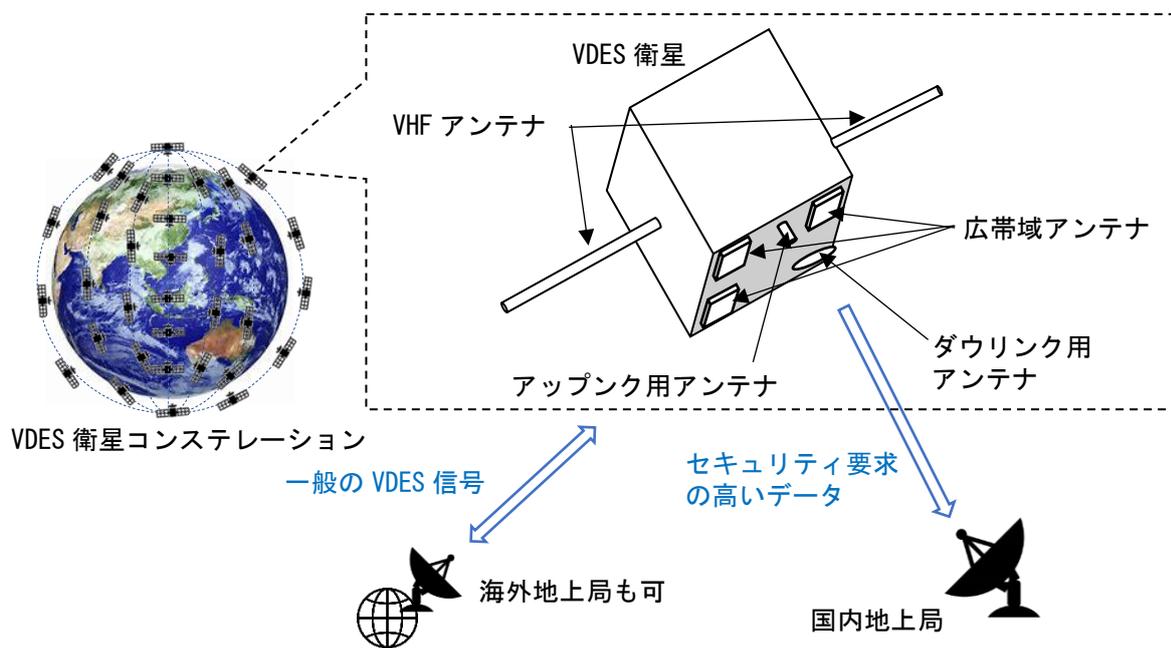
各サブシステムは、VDES の規格に定められた通信レートで VDES 信号を送受信する。また、IoT 信号については LoRa 等広く使われているものを受信できるものとする。非 AIS 信号とスプーフィング信号 (VHF) については、多くの船舶から発信されていると考えられる VHF 帯、L, S, X, K の各バンドの電波を受信するものとする。これらのデータは、デジタル・サンプリングしてストレージに格納し、適切な地上局にダウンリンクするものとする。

VDES 衛星全体として 50kg 以下の衛星に搭載可能なように要求仕様を配分するものとする。

- ※6 AIS については ITU-R 勧告 M.1371-5、ASM (Application Specific Messages) 及び VDE (VHF Data Exchange) については ITU-R 勧告 M.2092-1

VDES 衛星からなる衛星コンステレーションは、地球上の任意の地点でかつ任意の時刻で VDES の機能が達成できるよう衛星数・軌道面を設定する。この際、VDES 信号の送受信についてはインターネット等に接続された海外地上局も活用することを前提とする。一方、非 AIS 信号とスプーフィング信号等のセキュリティ要求の高いデータのダウンリンクについては我が国に設置された地上局で受信するものとする。これを実現するための地上局の数と配置、衛星に搭載するデータ・ストレージの規模、及び VDES 衛星間通信の有無については VDES 衛星の規模の制限を条件に要求仕様を最適に配分するものとする。

VDES 衛星及び VDES 衛星からなる衛星コンステレーションの想定を図 4 に示す。



※ 本図は、衛星数・軌道面、アンテナの種類・数等を規定するものではない

図4 VDES 衛星及びコンステレーション

- ・ VDES 衛星の運用管制を行うとともにデータ送受信とデータ前処理を行う地上局への性能要求【図1の(イ)】

地上局では衛星の運用管制と可視衛星とのデータ送受信を行う。50kg 以下の衛星の規模から、収集された電波信号のデータ前処理は機上で行わず地上局で行うものとする。データ前処理では、以下の2つの処理を実行するものとする。

1. VDES 信号については受信信号の復調処理を行い、必要な場合は送信データを作成した後に変調処理し VDES 衛星へのアップリンクを行う。これにより双方向通信を可能とする。
2. 非 AIS 信号とスプーフィング信号については発信源の位置の導出までを行う。発信源の特定は、ビームフォーミング/MIMO 処理をベースライン目標とするが、海外の技術動向、我が国の技術レベル、コスト・開発期間等を総合的に判断して処理アルゴリズムを設定するものとする。

- ・ 海洋状況把握及び海上保安業務等に必要データプラットフォームへの性能要求【図1の(ウ)及び図2の(エ)】

データプラットフォームでは、地上局（海外地上局を含む）から得られたVDES 衛星コンステレーションのデータ情報を保持するほか、海洋状況把握や海上保安業務等に用いられる各種のデータも外部の関係機関から取得し保持する。このために必要なIaaS（Infrastructure as a Service）機能を持つものとする。これらの情報は情報のセキュリティ・レベルに応じてアクセス権を設定可能なものとする。

また、本プラットフォームでは、公的機関が使うセキュリティ・レベルの高いPaaS（Platform as a Service）機能（MDAのためのアプリケーションが開発可能であることを持つほか、商業利用のためビッグデータを活用したSaaS（Software as a Service）機能も提供可能な拡張性を考慮する。

#### ウ. 達成目標

2023年度までにシステム設計を終了するものとする。ただし、システム設計終了前にも重要要素技術のフロントローディング研究が実施可能なように、重要要素技術については優先してシステム性能のフローダウンを行い、それぞれの性能要求を決定するものとする。また、2023年度以降も要素技術開発の結果によりシステム設計に反映すべき点等は、維持設計として継続して設計への反映を実施するものとする。

システム設計の評価は、システムとして必要な機能・性能を低コスト・短期間でユーザに提供できるよう、バランスのとれた性能要求の配分を行ったかの観点で実施する。

### 研究開発項目② 重要要素技術の開発

#### ア. 研究開発の必要性

研究開発項目①のシステム設計において識別された重要要素技術について決定された要求仕様に従い研究開発する。以下の要素技術については、VDES 衛星コンステレーション及びデータプラットフォームのシステム性能を決めるとともに、海外も含めて技術確立が十分に行われておらず国際競争力の源として必須の重要要素技術とする。

#### イ. 具体的研究内容

本研究開発では、以下の重要要素技術開発を実施する。

- (ア-1) 衛星搭載アンテナと展開機構
- (ア-2) ソフトウェア定義無線 (SDR : Software Defined Radio)
- (イ-1) 地上局ネットワーク運用制御と VDES 信号制御
- (イ-2) 電波発信源の位置特定
- (イ-3) データプラットフォーム
- (ウ-1) 船用搭載機器

(ア-\*) は、VDES 衛星に搭載される要素技術、(イ-\*) は、地上局とデータプラットフォームで使用される要素技術、(ウ-\*) は VDES を利用する船舶で使用される要素技術である。各要素技術の機能と達成目標を制定するための必要最低限の条件を以下に示す。

#### (ア-1) 衛星搭載アンテナと展開機構

衛星搭載アンテナは、VHF 帯、L, S, X 及び K 帯の信号が受信可能であるとともに、VHF 帯については VDES 信号の送信機能を持つ。電波発信源の位置特定に必要な識別分解能を持つため、複数台の搭載を前提とする。これを 50kg 以下の衛星に搭載可能するようアンテナは小型・軽量が条件となる。

また、十分な識別解像度を持つためにはアンテナを衛星構体上だけに配置するのではなく、とくに VHF 帯のように波長が長い信号を受信するには展開機構の先にアンテナを搭載しアンテナ間の基線長を確保する必要がある。このため、展開機構も含めて 50kg 以下の衛星に搭載可能することが条件となる。

IoT 信号は、LoRa 等の一般に広く使われている信号を 1 種類以上受信可能なアンテナ (UHF 帯を想定) を搭載することを条件とする。

#### (ア-2) ソフトウェア定義無線 (SDR)

受信された VDES 信号、IoT 信号、及び非 AIS 信号とスプーフィング信号は、SDR でデジタル・サンプリングして電波信号のデータとする。ただし、復調までを衛星上で実施すると消費電力、熱の条件で 50kg 以下の衛星には搭載できない可能性が高いため、復調処理は地上局で行うことをベースラインとする。

SDR は受信した電波信号をデジタル・サンプリングしてダウンリンク可能な容量のデータとして生成する上記の機能のほか、地上局からアップリ

リンクされた VDES 信号 (ASM と VDE) のデータを VDES 信号として送信する。

#### (イ-1) 地上局ネットワーク運用制御と VDES 信号制御

VDES 衛星コンステレーションとデータのアップリンク、ダウンリンクを行う地上局は、日本だけでなく国外にも設置して地上局ネットワークを形成することにより、VDES 衛星との通信を全地球で可能とする。このため、地上局ネットワークの運用制御のための国際標準化と運用制御システムの構築を必要とする。

また、ユーザ ((イ-3) のデータプラットフォームもユーザである) との間で双方向通信をするため復調・変調処理を行う VDES 信号処理システムの構築も必要とする。

#### (イ-2) 電波源位置特定

地上局においては、非 AIS 信号とスプーフィング信号を発信する電波発信源を 1km 程度の分解能で位置特定を行う。(ア-1) のアンテナ配置を条件として位置特定のアプローチは、ベースラインとするビームフォーミング/MIMO 処理による技術、もしくは複数衛星を利用した幾何学的なデータ融合による技術をトレードオフし、段階的にベースライン目標に到達することも許容する。

#### (イ-3) データプラットフォーム

システム設計で定めた要求仕様に基づく IaaS 及び PaaS 機能をもつデータプラットフォームを開発する。また、本研究開発後の VDES 衛星コンステレーションの自律的運用のため、SaaS 機能への拡張性を考慮する。

#### (ウ-1) 船用搭載機器

VDES 信号を送受信するユーザ端末である。VDES を広く商業利用するために小型・軽量・低コストであり、ユーザフレンドリーなインタフェースを持つことを条件とする。UI の設計においては、国内での普及に不可欠な日本語への対応を考慮する。

## ウ. 達成目標

重要要素技術の研究開発は 2024 年度までに地上実証を終えるものとする。ただし、電波発信源の位置特定のアлゴリズム等は、段階的にベースライン目標に到達する必要がある場合も考え、2024 年度以降も宇宙実証の成果をフィードバックし性能向上のための研究開発を可能とする。

本重要要素技術は、2025 年度以降に打ち上げる VDES 衛星、地上局及びデータプラットフォームのサブシステム、コンポーネントに実装されるものとする。

## 研究開発項目③ システム実証

### ア. 研究開発の必要性

本事業は、全地球規模の VDES 衛星及びデータプラットフォームとして所要のサービス・機能をグローバルに提供することを目的としている。そのため、単に要素技術の実証に終わることなく、宇宙空間でシステムとしての機能・性能を実証することが重要である。

ただし、想定する VDES 衛星コンステレーションにおける VDES 衛星を全て宇宙空間に配備することは困難であるため、部分的なコンステレーションの構築により最大限にシステム機能・性能の検証を目指すものとする。

### イ. 具体的研究内容

本研究項目においては以下の 3 つの実証を行うものとする。本研究開発で実証に要する（宇宙空間に打ち上げる）衛星数及び軌道配置は、我が国 EEZ 内において 1 日あたり 2 時間以上（連続 1 時間以上×2 回）のサービス提供の実証試験が実施できることを条件として考える。

なお、実証で使用する 2025 年度以降に打ち上げの VDES 衛星については、本事業の趣旨に則り実施者が調達する国産ロケットの輸送サービスによる打ち上げを前提とする。ただし、適当な国産ロケットがない場合はこれに依らない。

### (ア) 要素技術の実証（2024 年度まで）

1. ドローン、係留気球、航空機を活用して衛星搭載要素技術（ア-1）及び（ア-2）の実証を行い、物理的な電波リンクの成立性を確認する。
2. 既存データプラットフォームを活用して、エミュレータと模擬データによる地上ソフトウェア（イ-1）（イ-2）、及び（イ-3）の実証を行い、データの利用性の確認を行う。

3. 既存 VDES 衛星を活用して、船舶搭載機器（ウ-1）の性能確認を行う。

（イ）日本 EEZ 内での宇宙実証（2027 年度まで）

1. 衛星を 5 機ずつ、段階的に 2 軌道面に打ち上げ、VDES 機能のほか、電波発信源の位置特定機能の性能評価を行う。この際、日本 EEZ 内での実証時間を 1 日あたり 2 時間以上（連続 1 時間以上×2 回）実施できるような軌道配置を考える。

（ウ）VDES 衛星コンステレーションの宇宙実証（2029 年度まで）

1. 海外の VDES 衛星、地上局とも接続することで全地球において VDES 機能の性能評価を行う。

ウ. 達成目標

本システム実証を通じて、1.（2）の①アウトプット目標に定められた目標値が達成されていることを確認する。

2. 実施方法、実施期間、評価、社会実装に向けた取組

（1）事業の実施・体制

本事業は、内閣官房、内閣府、文部科学省、経済産業省を含む関係府省が設置したプログラム会議が定める「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき事業を実施する。

研究推進法人（Funding Agency: FA）は、国から示された研究開発ビジョン及び研究開発構想に基づき、公募により研究開発課題を採択するとともに、その進捗管理・評価等の責務を担う。本事業の FA は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）である。

研究開発課題の実施責任者（以下「研究代表者」という。）の所属する機関は、国内に研究開発拠点を有し、日本の法律に基づく法人格を有している機関とする（以下「研究代表機関」という）。また、研究代表者及び主たる研究分担者は日本の居住者であることとする。（ここで言う居住者とは外為法の居住者（特定類型該当者を除く）であること。）

本事業の公募では、事業全体に対する提案を想定しており、研究代表機関が必要な分担機関と共同で事業全体を実施するものとする。

(2) 事業の実施期間

本研究開発構想に基づく、本事業は 2022 年度から 2029 年度までの 8 年間とする。研究開発はステージゲート方式を採用し、図 5 に示す 4 つのフェーズで実施するものとする。

	第 1 期 (~2023 年度)	第 2 期 (~2024 年度)	第 3 期 (~2027 年度)	第 4 期 (~2029 年度)
マイルストーン		△ステージゲート審査	△中間評価①(外部評価) △ステージゲート審査	△中間評価②(外部評価) 事後評価(外部評価)△
システム設計	→			
要素技術開発 ・衛星機器 ・地上機器 ・船用機器			▼ 要素技術実証 (地上)	
衛星開発 ・VDES 衛星 ・地上局 ・データプラットフォーム			▼ 打ち上げ	他国衛星との接続 → 他国衛星との接続 →
宇宙実証 ・日本 EEZ 内 ・コンステ全体			→	→

図 5 研究開発のスケジュール

(3) 評価に関する事項

本事業は、「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき、評価を実施する。

研究代表者は自己評価を毎年実施し、PD に報告する。NEDO は外部評価として中間評価を 2024 年度と 2027 年度（事業開始から 3 年目と 6 年目）、事後評価を 2029 年度（事業終了年）に実施することし、事業の進捗等に応じて評価時期

を早める場合は、PD 及び所管省庁と連携して、あらかじめ適切な実施時期を定める。

また外部評価に用いるサクセスクライテリアを以下のとおり設定する。

#### 【アウトプット視点】

##### (ア) フルサクセス（中間評価①）（2024 年度）

ドローン、係留気球、航空機を活用して、VDES 衛星と地上局に実装される重要要素技術がその機能・性能の確認が出来ていること。船用機器については、既存 VDES 衛星を用いてその機能・性能の確認が出来ていること。

##### (イ) フルサクセス（中間評価②）（2027 年度）

日本 EEZ 内で VDES 機能のほか、電波発信源の位置特定機能の性能評価を行う。それぞれの機能が提供するサービスは表 1 に示すものとする。性能については、1. (2) の ① アウトプット目標に示されたものを満足するものとする。

##### (ウ) フルサクセス（事後評価）（2029 年度）

海外の VDES 衛星との相互接続・相互運用がなされ、VDES 衛星コンステレーション全体が完成していること。地球規模で表 1 に示すサービスが提供されていること。VDES 衛星コンステレーションの運用の一部が民間に移管されていること。

#### 【アウトカム視点】

##### (エ) フルサクセス（2029 年度）

本事業の成果を受けて、海外の同種コンステレーションとの連携を含めた VDES 衛星コンステレーション全体の構築計画、及びデータプラットフォームが提供する表 1 に示すサービスを提供するビジネスモデルが提案されていること。

上記ビジネスモデルに基づく衛星コンステレーションを構築するとした場合、そのビジネスモデルにおいて、

- A) VDES 衛星 1 機あたりの価格について、打ち上げ費を除いて 1 億円とする  
目途をつけ、その妥当性を評価する。
- B) VDES 衛星コンステレーション（含む、地上局）の運用費について年間 3  
億円とする目途をつけ、その妥当性を評価する。
- C) データプラットフォームの運用費について年間 3 億円とする目途をつけ、  
その妥当性を評価する。

D) 上記の運用費の 50%程度が民間事業により提供される用途をつけ、その妥当性を評価する。

#### (4) 社会実装に向けた取組

本事業は、経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律（令和 4 年法律第 4 3 号）に基づく指定基金協議会を設置した上で推進していく。これにより、本事業によって生み出される研究成果等を活用し、民生及び公的な利用を促進するとともに社会実装につなげていくことを目指し、その実現に向け、潜在的な社会実装の担い手として想定される関係行政機関や民間企業等による伴走支援を可能とするとともに、参加者間で機微な情報も含む有用な情報の交換や協議を安心かつ円滑に行うことのできるパートナーシップを確立していく。

具体的には、本事業により開発を行う AIS の高度化と次世代データ共有システム技術は、MDA 能力の獲得により海洋における脅威・リスク等の早期察知が可能となる情報収集体制の改善と、欧州を中心に研究開発が進められる VDES 衛星との連携によるグローバルな双方向通信により安心・安全な海上交通輸送システムの運用の実現に資する宇宙インフラとなることが想定される。このため、このような宇宙利用を行う場合の将来的に想定される具体的なユースケースやその実現のために必要な機能等の情報を共有しつつ研究開発を進めることは、研究開発成果を将来の社会実装に円滑につなげていく上で、大きな意義がある。

本事業に係る協議会については、研究開発課題の採択後に、関係行政機関、PD、研究代表者等の協議会への参画者における十分な相談を行いつつ、運営していく。なお、協議会の詳細は別に示す。

#### (5) 総予算

本事業の総予算は 147 億円を超えない範囲とする。各研究開発項目、フェーズ毎の配分については、必要に応じて、経済産業省からの指導に基づき目安を示す。これを変更する場合も同様とする。

#### (6) 経済産業省の担当課室

本事業の運営に係る経済産業省の担当課室は、製造産業局宇宙産業室とする。

### 3. その他重要事項

## (1) 研究開発成果の取扱い

### ① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発課題実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。経済産業省及びNEDOは、経済安全保障の観点を留意しつつ、研究開発課題実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

経済安全保障の観点から、経済産業省は必要に応じてNEDOに対して助言を行い、NEDOは本助言を踏まえて、成果の普及について検討することとする。

### ② 標準化施策等との連携

50kg以下の小型衛星バス開発で得られた研究開発成果については、我が国の同サイズの衛星の標準化等との連携を図ることとし、標準化に向けて開発手法や評価手法の提案、データの提供等を積極的に行う。

VDES衛星コンステレーション及びデータプラットフォーム開発で得られた研究開発成果については、事業終了後に必要な実施すべき取組のあり方及びより広範囲にユーザを広げるためのビジネスモデルについて立案する。

また、開発したVDES通信等の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。経済産業省、NEDO及び研究開発課題実施者は、国際標準化に向けて積極的に役割を果たしていく。

### ③ 知的財産権の帰属、管理等の取扱い

研究開発成果を民生利用のみならず公的利用につなげていくことを指向し、社会実装や市場の誘導につなげていく視点を重視するという本プログラムの趣旨に則り、研究代表機関、研究代表者は、PD (PO)及び研究分担者との協議の上、知的財産権の利活用方針を定めることとする。その際には、研究開発途中及び終了後を含め、知的財産権の利活用を円滑に進めることができるように努めることとする。

なお、研究開発成果の利活用にあたりその成果にバックグラウンド知的財産権が含まれる場合には、その利活用についても同様に努めること。

## (2) 「研究開発構想」の見直し

経済産業省は、NEDO、PD及び関連省庁と連携して、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて、達成目標、実施期間等、本研究開発構想の見直しを行う。

(3) 研究開発の対象経費

「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき、運用する。大学・研究開発法人等以外に関する間接経費の額の設定については、事業の性質に応じて経済産業省の担当課室から別に示す場合を除き、業務委託契約標準契約書に基づくものとする。

4. 研究開発構想の改定履歴

(1) 令和4年10月、制定。