

# 国内外の宇宙産業の動向を踏まえた経済産業省の取組と今後について

令和6年3月

経済産業省

製造産業局 航空機武器宇宙産業課 宇宙産業室

# 1. 国内外の宇宙産業の動向

2. 日本政府の宇宙政策の推進体制

- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 近年の宇宙開発のトレンド:官から民へ

● 冷戦以降、技術の民間開放等により、宇宙開発の中心は官から民へ。

#### ロケット

## 官



出展: NASA

スペースシャトル

#### 衛星



出展: JBpress

#### 偵察衛星

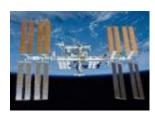
#### 月探査



出展: NASA

#### アポロ月着陸船

#### 宇宙ステーション



出展: JAXA/NASA

国際宇宙ステーション

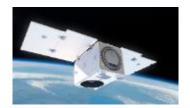
## 民



ш<del>茂</del> : Space/

SpaceX - Falcon9(ロケット)

- クルードラゴン(有人宇宙船)



出展: Planet

#### 商用衛星

- Maxar
- Planet
- Blacksky 等



出展:ispace

ispace 月面ランダー



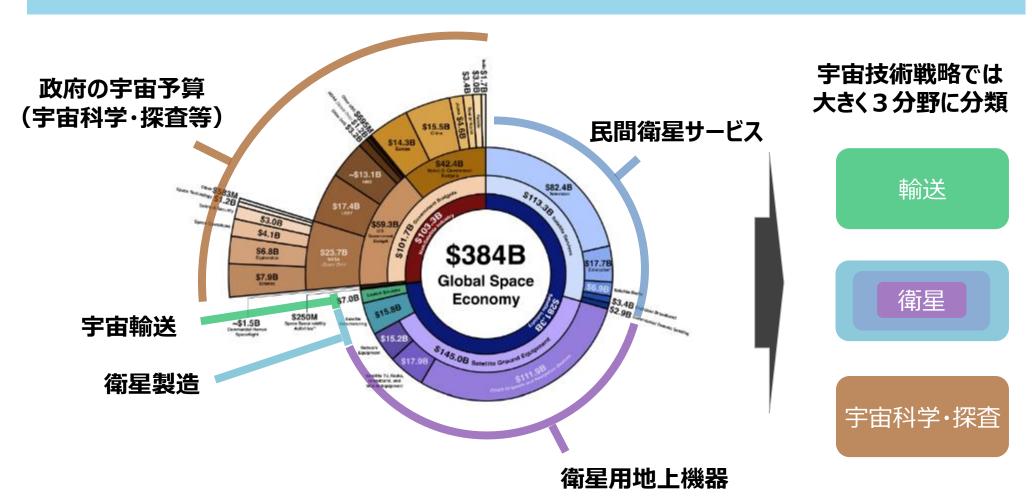
出展: Sierra Space

Sierra Space 民間宇宙ステーション構想

民間市場の創出(Commercialization) + 官が民をサービス調達(Privatization)

## 世界の宇宙産業の市場規模

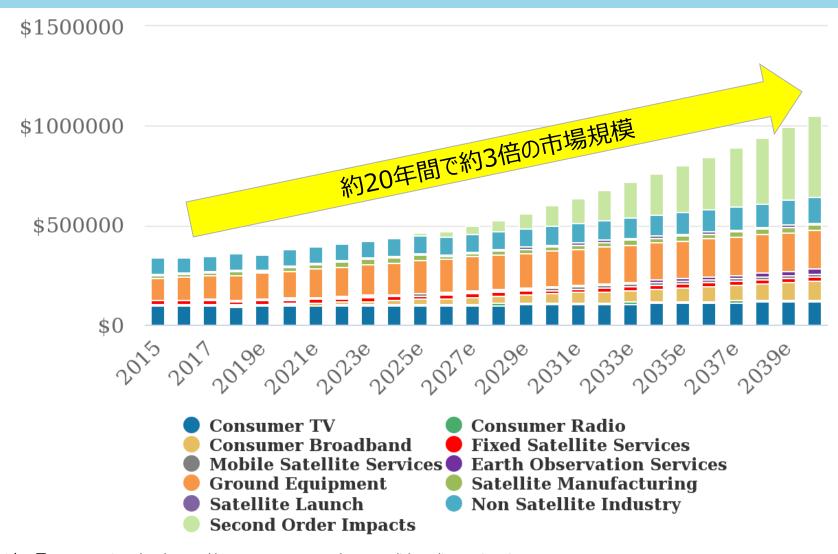
- 現在の世界の宇宙産業の規模は約54兆円。※15ル140円で計算
- 全体の約4分の1が政府予算、約4分の3が民間衛星・打ち上げ関連。



出典: Bryce Tech [2022 Global Space Economy at a Glance]

## 世界の宇宙産業の市場規模予測

 モルガン・スタンレーによると、世界の宇宙産業の市場規模は、2040年までに140兆円 規模になると予測されている。※1Fル140円で計算



## 日本の宇宙産業エコシステム

- 日本の宇宙開発は、長年、大手重工・電機メーカを中心に進められてきた。
- 近年、大学等から約100社の宇宙ベンチャーが勃興。
- 市場規模は約4兆円。政府は2030年代早期の倍増(約8兆円)を目指している。

#### ※企業名は選択的

#### 120超の多様な業種の企業

Source: SPACETIDE Foundation

NTT	KDDI	Softbank
さくらインターネット	Toyota	HONDA
京セラ	SONY	キヤル電子

多業種 企業 政府 機関

航空宇宙

企業

#### 積極的な宇宙政策

内閣府	文科省	経産省
総務省	農水省	国交省
環境省	防衛省	JAXA

#### 100社のスタートアップ企業

ispace Sy

Axelspace

IST

Synspective QPS 天地人 Astroscale SpaceBD Ridge-i スタート アップ 企業

> 投資家 金融機関

中小企業

#### 50年の航空宇宙技術の蓄積

30千少加工丁田及門の留1

<b>上菱重工業</b>	三菱電機	NEC
IHI	川崎重工	古河電機
島津製作所	住友精密	スカハ <sup>®</sup> -JSAT

#### 匠の技術を有する多数の企業

機械系、電気系、材料系、加工系など 多数の中小企業が参画

#### 累計1,500億円超の投資

Source: 一般社団法人SPACETIDE

 INCJ
 DBJ
 インキュヘ・イトファント・

 リアルデックファント・
 グローハ・ルフ・レイン
 スパークス

 三菱UFJ
 三井住友
 みずほ

出典:SPACETIDE資料

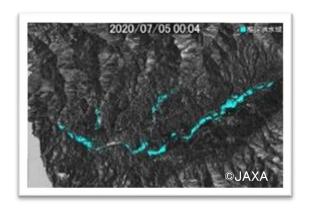
5

## (参考)宇宙システムの社会課題解決への貢献

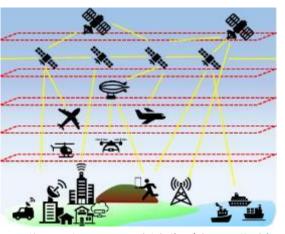
大規模災害への対応や、2050年カーボンニュートラルの実現等、地球規模の社会課 題解決に対して、宇宙システムの貢献が見込まれている。

## 防災・減災及び 国土強靭化 (観測・通信)

- より早期に被災状況を確認
- ➤ SAR(合成開口レーダ)は、 夜間、悪天候を問わず観測 可能
- ▶ 大規模発災後、衛星観測に ▶ 通信衛星が、地上の基幹ネッ トワークに並ぶ第二の基幹 ネットワークへ
  - 安全保障に止まらず、災害時 における通信手段の確保等 にも活用



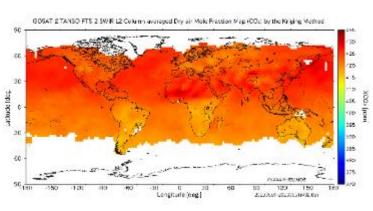
だいち2号のレーダ画像を活用した洪水域の推定 (2020年7月熊本)



衛星通信システムの将来像(内閣府作成)

### SDGs達成への貢献

▶ 国際協力の下、衛星、航空 機などの組み合わせにより、 CO2等の排出・吸収状況を 観測するシステム(温室効 果ガス観測ミッション構想)を 整備



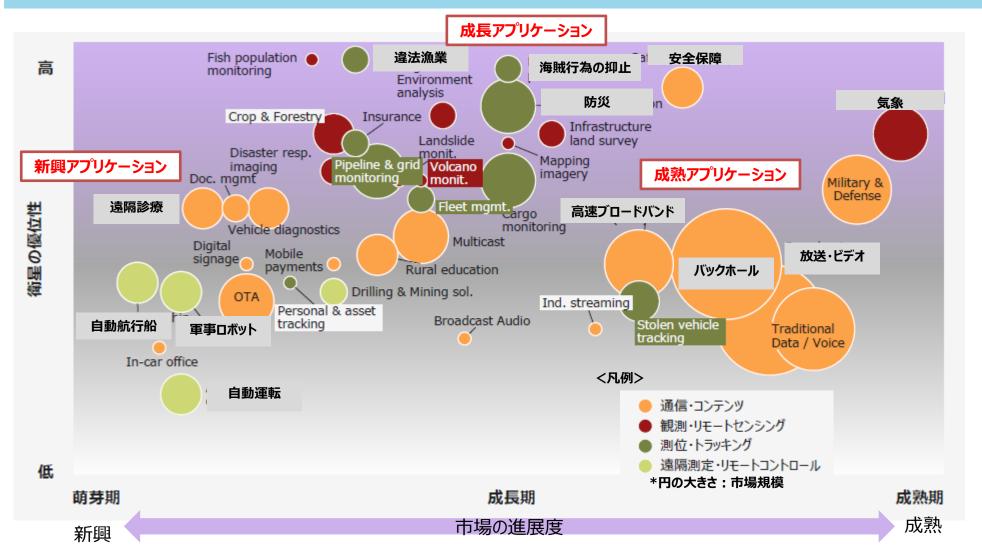
©JAXA/NIFS/MOF

GOSAT-2 によるCO2観測データ(2023年5月)

出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局作成資料を編集

## (参考)様々な産業分野における宇宙利用の広がり

● 通信・放送・気象といった成熟アプリケーションのほか、安全保障等の成長アプリケーション、 自動化・遠隔化などの新興アプリケーションが台頭しつつある。

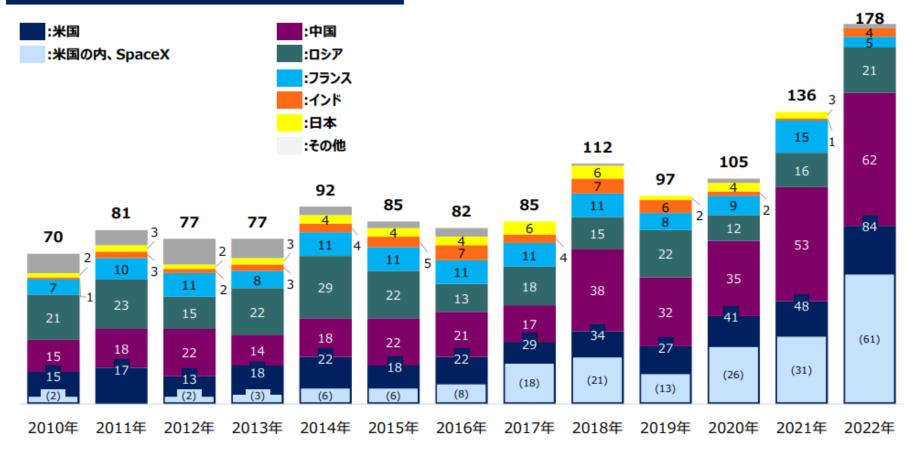


- 1. 国内外の宇宙産業の動向
  - (1)宇宙輸送
  - (2)衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
  - (3) 宇宙科学·探查
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 世界のロケット打上げ数の推移

- 世界のロケット打上げ数は増加傾向であり、2022年は過去最大の178回。
- 米国ではSpaceX等の民間企業が牽引し、打上げ数を増加。SpaceXは2023年に98回の打上げを実施。
- 中国は長征シリーズを中心に、複数の民間企業もロケット打ち上げに参入し、打上げ数を増加させている。

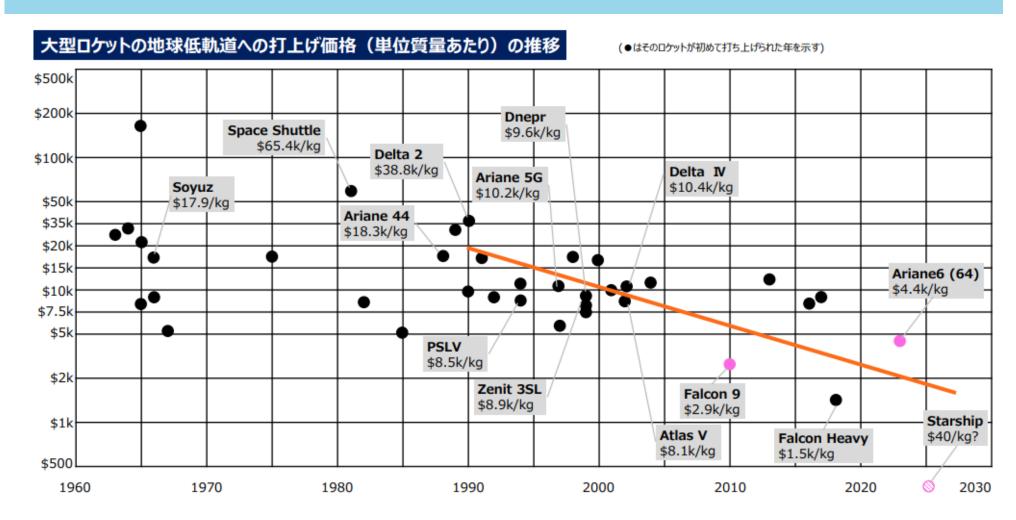
#### 国別の年間打上げ回数の推移(2010年-2022年)



出典:宇宙政策委員会宇宙輸送小委員会(第2回)資料2 宇宙輸送を取り巻く環境認識と将来像P11

## 打上げ価格の低減について

- 大型ロケットの打上げ価格(単位質量当たりの打上げ価格)は低減傾向にある。打上げ価格は、2000年代までは10,000USD/キロ水準だったが、SpaceXのFalcon9が2,900USD/キロを実現。
- 打ち上げ価格の低減に伴い、宇宙へのアクセスが拡大している。



出典:宇宙政策委員会宇宙輸送小委員会(第2回)資料2 宇宙輸送を取り巻く環境認識と将来像P10

## (参考) ロケット開発に参入する主なスタートアップ

- スタートアップによる小型・中型ロケット開発への参入が顕著。
- 衛星コンステレーションへの対応等を背景に、今後、その輸送能力を数トン級まで向上することが見込まれる。

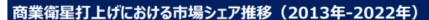
#### 主なスタートアップが開発・運用するロケット

国	企業名	ロケット	燃料	打上げ能力(トン)		実績	初打上げ	射場	
国	正未石	ן טעעם	<b>冷心を</b>	LEO	SSO	(成功/総数)	彻扣上	国	場所
	スペースワン カイロス		固体燃料	0.25	0.15	0/1	2024	日本	スペースポート紀伊
	インターステラテクノロジズ	ZERO	LOX/LCH <sub>4</sub>	0.15	-	開発中	(P)2024	日本	北海道スペースポート
	Rocket Lab	Electron	LOX/Kerosene	0.3	-	39/43	2017	NZ	マヒア半島 他
		Neutron	LOX/LCH <sub>4</sub>	13	-	開発中	(P)2024	米国	Wallops
	Relativity Space	Terran 1	LOX/LCH <sub>4</sub>	1.5	0.9	0/1 (終了)	2023	米国	Cape Canaveral
		Terran R	LOX/LCH <sub>4</sub>	23.5+	-	開発中	(P)2026	米国	Cape Canaveral
	Firefly Aerospace	Firefly Alpha	LOX/RP-1	1	0.6	1/4	2021	米国	Vandenberg
		MLV	LOX/RP-1	1.6	-	開発中	(P)2025	米国	
	Astra Space	Rocket 3	LOX/RP-1	0.1	-	2/8	2020	米国	Kodiac 他
		Rocket 4.0	LOX/RP-1	0.6	-	開発中	(P)2023	米国	
	ABL Space Systems	RS1	LOX/Kerosene	0.6	-	0/1	(P)2023	米国	Kodiac 他
	Skyrora	Skyrora XL	HTP/Kerosene	-	0.3	開発中	(P)2023	英国	Saxa Vord
	Orbex	Orbex Prime	Bio LPG	-	0.1	開発中	(P)2023	英国	Sutherland
	HyImpulse	SL1	LOX/Paraffin	-	0.5	開発中	(P)2023	英国	Saxa Vord
	Isar	Spectrum	LOX/Propane	1	0.7	開発中	(P)2024	ノルウェー	Andoya 他
	Rocket Factory Augsburg	RFA One	LOX/RP-1	-	1.3	開発中	(P)2023	英国	Saxa Vord
*)	Galactic Energy	Ceres-1	固体燃料	0.4	0.3	10/11	2020	中国	酒泉
		Pallas-1	LOX/Kerosene	5	3	開発中	(P)2024	中国	
	į-Space	Hyperbola-1	固体燃料	0.35	0.3	3/6	2019	中国	酒泉
		Hyperbola-2	LOX/LCH <sub>4</sub>	1.9	-	開発中	(P)2023	中国	
	Landscape	Zhuque-2	LOX/LCH <sub>4</sub>	6	-	2/3	2022	中国	酒泉
	CAS Space	Lijian-1	固体燃料	2	-	3/3	2022	中国	酒泉
	Space Pioneer	Tianlong-2	LOX/Kerosene	2	1.5	1/1	2022	中国	酒泉
	Orienspace	Gravity-1	固体燃料	6.5	3.7	1/1	2024	中国	海陽海上プラットフォーム

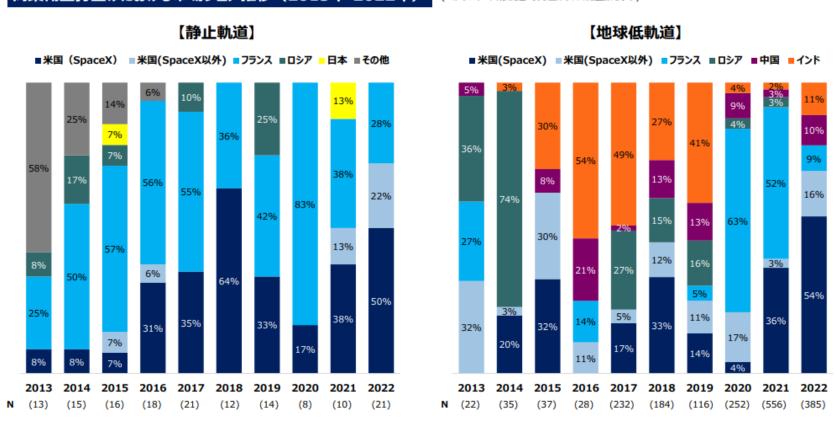
出典:世界の宇宙インフラデータブック2023(一般社団法人日本航空宇宙工業会)及び報道発表資料に基づき内閣府宇宙開発戦略推進事務局が作成した資料を経済産業省で一部編集

## (参考) 商業衛星打上げにおける市場シェアの変化について

- 商業衛星の打上市場におけるシェアはこの10年間で大きく変化。
- 印・露がシェアを後退させ、SpaceXがシェアを大きく拡大。
- 衛星事業者はSpaceXによる市場の寡占を懸念し、それ以外の打上げサービスを求める需要も顕在化しつつある。



(Nはその年に目標軌道に打ち上げられた衛星数を示す)



出典:宇宙政策委員会宇宙輸送小委員会(第2回)資料2 宇宙輸送を取り巻く環境認識と将来像P4

## 1. 国内外の宇宙産業の動向

- (1)宇宙輸送
- (2)衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
- (3) 宇宙科学·探查
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 小型衛星コンステレーションについて(※「コンステレーション」は、「星座」や「集団」を意味する英語)

- 安価な小型衛星を小型ロケット等により大量に打ち上げ、これを一体的に運用し、データの取得量・通信量の増大等により、地球観測や衛星通信の分野で新たな社会的価値を生み出すビジネスモデル。
- 安価な小型衛星は失敗が許容されやすいため、高頻度でアジャイルに開発・実証を繰り返すことで、 適度な信頼性と価格とのバランスや、高度な機能・性能を、段階的に実現することが可能。
- 既に社会実装が進みつつあり、成長分野であるとともに、経済社会や安全保障の基盤となる重要産業。

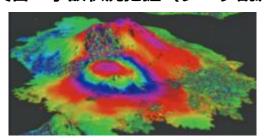
#### ■小型衛星コンステレーションの用途の例

ミサイル防衛(赤外線観測)



国防宇宙アーキテクチャ 出典: 米国国防総省

災害・事故状況把握(レーダ観測)



地殻変動観測の例 出典:JAXA

全球インターネット網(通信)



Starlink衛星群60機同時打上げ 出典:SpaceX

#### ■従来の衛星と小型衛星コンステレーションの比較

	従来の衛星	小型衛星コンステレーション		
重量	500kg~数トン	〜数百kg程度(※明確な定義は無い)		
価格、納期	1機数百億円、5~10年程度	1機数千万~数十億円程度、1~3年程度		
部品	主に宇宙専用部品を使用	民生技術を積極的に宇宙転用		
打ち上げ	基幹□ケット等を活用、小頻度	小型ロケット等も活用、多頻度		

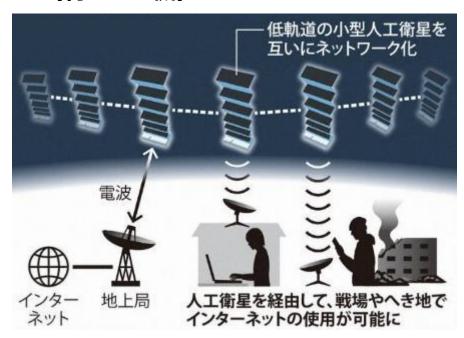
14

## ロシアによるウクライナ侵略における小型商業衛星コンステレーションの利用

● 安全保障用途等で欧米の商業衛星群が活用されている。

## ■通信

スペースX社 スターリンク通信衛星群 (約5000機)

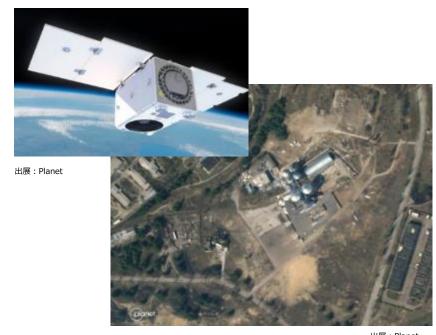


出展:毎日新聞

→ ウクライナ軍のインターネット通信を支え、 反転攻勢に貢献

## ■地球観測

プラネット社 地球観測衛星群 (約200機)

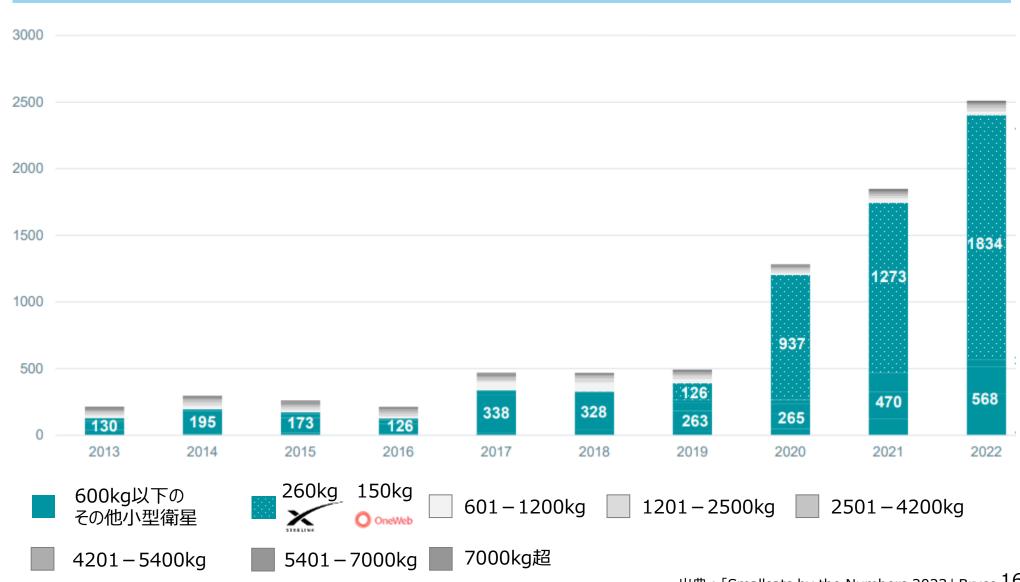


出展:Planet

→ ロシア軍の状況などを高頻度で把握

## 衛星の重量ごとの打上数(2013-2022年)

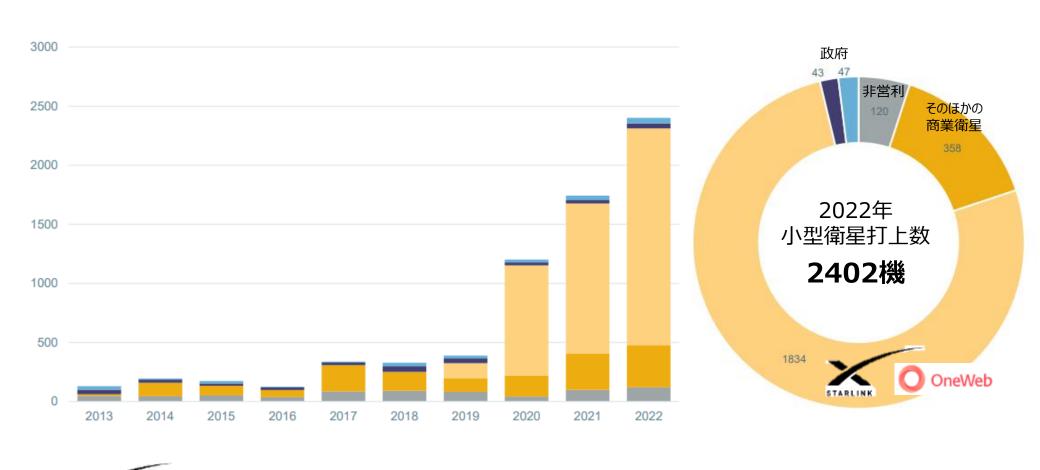
● 2022年は96% (■+■)が600kg以下の小型衛星の打ち上げとなっている。



出典: 「Smallsats by the Numbers 2023」 Bryce 16

## 衛星の運用者ごとの打上数(2013-2022年)

- 年々、商業衛星(黄色部分)の割合が増加している。
- スターリンクとワンウェブの打上数が2020年から激増し、昨年は全体の7割以上を占めた。



非営利

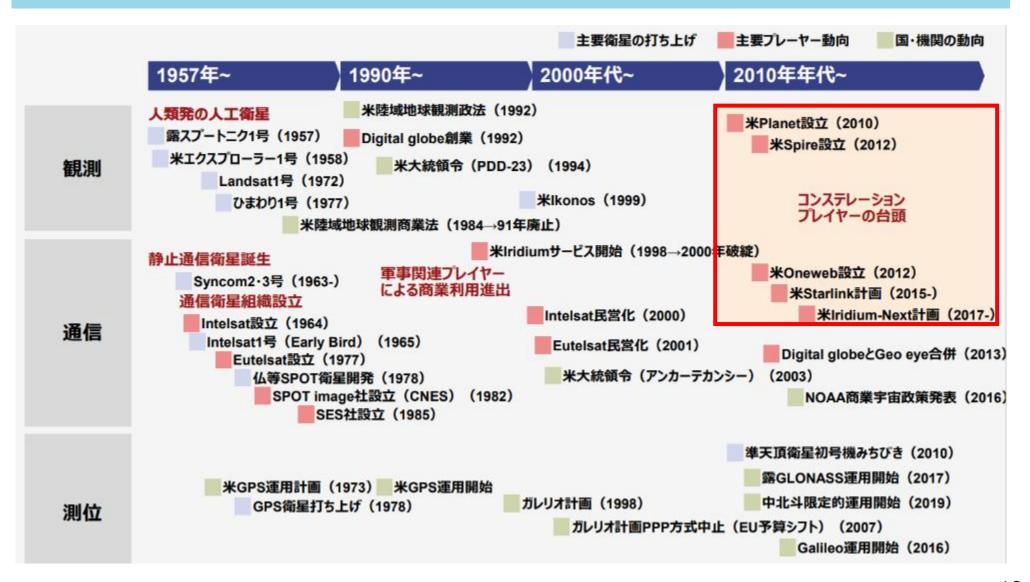
そのほかの商業衛星

政府(軍事)

政府(民生利用)

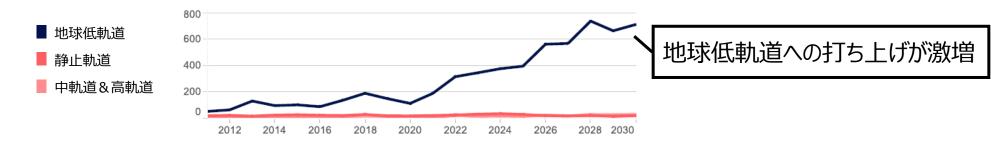
## (参考) 衛星のミッション (サービス) の種類と衛星コンステレーションの関係

● 2010年代以降、観測・通信分野で民間の衛星コンステレーションプレイヤーが台頭。

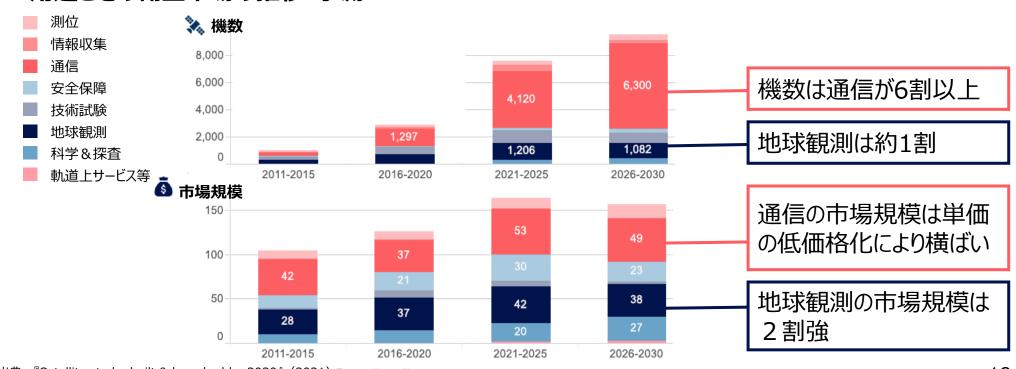


## (参考) 衛星の打ち上げ数・市場の推移・予測

- 地球低軌道への打ち上げが今後激増。また、分野としては通信・観測の伸びが大きい。
- ■軌道ごとの衛星打ち上げ数の推移・予測



#### ■ 用途ごとの衛星市場の推移・予測



出典: 『Satellites to be built & launched by 2030』 (2021) Euroc●nsult

## (参考) 主な衛星軌道・衛星サイズ・価格感等



通信衛星(スカパーJSAT)

**(1)** 

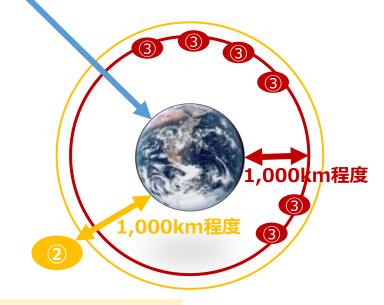
#### 静止軌道大型衛星(通信·放送·気象衛星等)

- ・ 地球から静止して見え、地球の約1/4の範囲をカバーできる
- 1機あたり数トン・数百億円
- 観測画像の精度は低く、通信遅延は大きい。



気象衛星「ひまわり」

約36,000km



#### 小型・超小型衛星 コンステレーション (地球観測・通信衛星 等)

- 相互に連携する多数の衛星で地球全体 をカバーし、一つのシステムとして機能
- 100kg以下の超小型衛星は1機あたり 数千万円~数億円
- 100~200kgの小型衛星は1機あたり 数億円~10数億円
- 高頻度、通信遅延は小さい。

等

地球観測衛星「だいち2号」

#### 低軌道大型·小型衛星(地球観測等)

- 90分程度で地球を周回
- ・ 大型衛星は1機あたり数トン・数百億円
- ・ 小型衛星は1機あたり~500kg・数十億円
- 観測画像の精度は高いが、単体での観測頻度は低い。



# 1. 国内外の宇宙産業の動向

- (1)宇宙輸送
- (2)衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
- (3)宇宙科学·探查

- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 通信衛星市場の概観

- 通信の高速・大容量化に伴い、通信衛星ビジネスは従来の静止軌道から低軌道に主戦場が移行。
- 数百kgから1トン程度の小型衛星数百機~数万機を軌道上に配備するメガコンステレーションを、Space X、OneWebなどが推進。Space Xは既に5,000機以上を軌道上に配備済。
- より低速の通信衛星ビジネスは数十kg~の衛星を数十~数百機程度配備するモデル。多くの企業が参入中。

#### 海外

日本

静止軌道

Intelsat、SES、Eutelsat などの 大手事業者がグローバルにサービスを展開 Telesat、Arabsatなどがリージョナルに サービスを展開

スカパーJSATがリージョナルに サービスを展開

低軌道 (メガコンステ) SpaceX、OneWeb、Amazonなどが 低軌道通信コンステの実現を目指し参入 Space Xは既に5,000機以上を 軌道上配備済

NTT、スカパーJSAT、NEC等が 事業参入を目指している

低軌道 (IoT/VDES衛星) Swarm、Spireなど100機以上を 打上げ済の企業も出現 数機程度打上げ済の企業を含めると 10社以上が市場参入

ArkEdge Space等が 事業参入を目指している

## 低軌道衛星間光通信技術について

- 静止軌道の大型衛星の電波通信は通信容量が限られ遅延も大きい。また、地球低軌道の衛星は約90分で地球を1周する間に10分程度しか地上と通信が行えない。
- 安全保障分野等における高速・大容量・セキュアな通信のニーズに対応するためには、低軌道衛星間での光通信技術の導入が必要であり、日本を含む各国で技術実証が行われているところ。
- また、移動通信システムの仕様の策定を行う3GPPでは、衛星やHAPSを用いた非地上系ネットワーク(NTN)の規格化が進展している。NTNの社会実装に向けても、中核技術である光通信技術はその重要性を増している。
- ■米国防総省 「国防宇宙アーキテクチャ」構想

A NOTIONAL
ARCHITECTURE

District Nanoperer

Alternate Novigotics

Accounted toper
100

Deterrace Layer
100

Deter

■ NTT・スカパーJSAT 「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク」構想



出典:米国防総省

## (参考) 低軌道通信衛星コンステレーション事業の例

## SpaceX社 Starlink (米)

- 最大42,000機の衛星の軌道投入を計画しており、コンステレーションにより地球全球へブロードバンド通信を提供する計画。
- 2020年にサービス運用開始。2024年2月時点で、約5,500機 を運用中。
- 2024年に衛星とスマホの直接通信サービスの提供を開始する。 日本ではKDDIが契約し、au通信網でサービス提供予定。



## Amazon社 Project Kuiper (米)

- 3,236機のコンステレーションを構築し、インターネット接続サービスを提供する計画。
- 2023年10月、衛星2機の打上げに成功。2024年後半からテストサービスの提供を開始予定。
- NTT、NTTドコモ、NTT Com、スカパーJSATが提携し、日本でサービス提供予定。

## OneWeb社 OneWeb(英)

- 約650機の衛星コンステレーションで世界中にインターネットを提供する計画。
- 2023年までに633機の衛星を投入し、コンステレーションの構築完了を発表しており、全世界での通信サービス開始の準備中。
- ソフトバンクが出資し、販売パートナー契約を締結。



## (参考) 日本の衛星光通信技術

- JAXA及びNICTが以下の実証事業を実施。日本が強みを持つ分野。
- これまで地球低軌道(LEO)〜静止軌道(GEO)間や、地球低軌道(LEO)〜光地上局間での実証は行われているが、地球低軌道(LEO)〜地球低軌道(LEO)の実証はこれから。

年	概要
1994-	<b>技術試験衛星VI型「きく6号」(ETS-VI)</b> • 1994年に打ち上げ。 • 世界で初めて、静止軌道(GEO)と光地上局の双方向光通信に成功。  ®NASDA, ETS-VI
2005-	光衛星間通信実験衛星「きらり」(OICETS)         • 2005年に打ち上げ。         • 世界で初めて、地球低軌道(LEO)と静止軌道(GEO)の双方向衛星間光通信や、地球低軌道(LEO)と光地上局を結ぶ光通信の実験に成功。         @JAXA, OICETS
2020-	光衛星間通信システム「LUCAS」• 2020年に打ち上げ。静止軌道(GEO)から地上への光通信に成功。• ALOS-4打ち上げ後にGEO-LEO間双方向光衛星間通信を用いたデータ中 継実証を実施予定(最高速度1.8 Gbps)。• 2030年まで継続的にALOS-4観測データのダウンリンク等に活用。 @JAXA, Optical Data Relay Satellite with LUCAS
2023-	超高速先進光通信機器「HICALI」  ・ 2025年度に打ち上げ(予定)の技術試験衛星9号機に搭載。  ・ 静止軌道(GEO)と地上の間の10Gbps級の双方向通信を目指している。 <sup>@JAXA, ETS-9</sup>

# 1. 国内外の宇宙産業の動向

- (1) 宇宙輸送
- (2)衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
- (3)宇宙科学·探查
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 地球観測衛星の重要性

気候変動や、安全保障、経済社会の環境変化等を受け、地球観測衛星の重要性が 増している。

認知領域を含む情報戦 に対処する自立的な観測



経済·食料安全保障



センシングの高度化

自動化·無人化



海洋ガバナンス・FOIP

出典:防衛省ホームページ\*



DX化の流れ



日米同盟の深化



経済安保含む

AI活用



風水害の激甚化(線状降水帯・ゲリラ豪雨・台風など)









インフラの老朽化





ESG/GXの流れ



カーボンクレジット



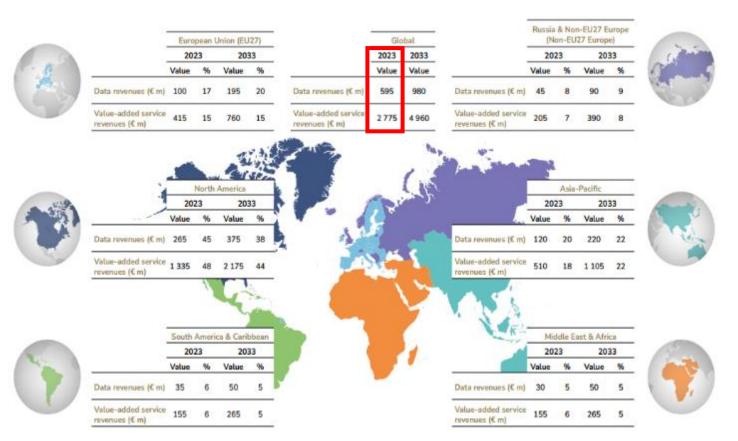
気候関連財務情報開示タスクフォース



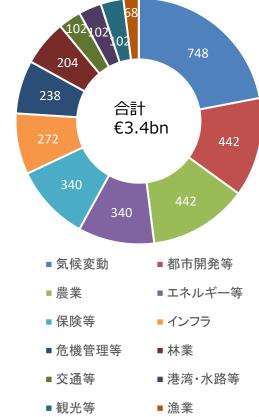
## 地球観測衛星に関する市場動向

- 2023年の地球観測衛星データ及びこれを活用した付加価値サービスの世界の売上げは約34億ユーロ(約5,440億円)との統計がある。※1ユー□ 160円で計算
- 気候変動、都市開発、農業、エネルギーの分野が市場の半数を占めている。

#### ■世界の地球観測衛星データ需要図 (2023年)



■「衛星データ販売」「付加価値サービス」市場 (2023年 €m)



(出典) EU Agency for the Space Programme (EUSPA) 「EO and GNSS Market Report 2024」より抜粋

## 地球観測衛星に関する市場予測

## ● 2040年にはグローバルで約10兆円の市場になるとの市場予測もある。

#### (※) 1\$=130円で計算 (1) グローバル市場 (2) 国内市場(データ利用関連) データ収益 サービス収益 200億円程度 \$7.7billion (約1兆円) 2022年 2021年 要調査 (推定 ※Spherical Insights & Consulting社"Global Satellite Earth Observation Market Report"より。 ※防衛省度予算では、「画像衛星 データ等の利用(164億円)」が計上 https://exterrajsc.com/global-satellite-earth-observation-market-reportreleased/2022/10/20/ \$14.1billion (約1.8兆 2030年 円)(CAGR7%/年) 2030年 1800億円程度 ※Spherical Insights & Consulting社"Global Satellite Earth Observation Market Report"より。 =世界市場の約10%と推定 約10兆円程度 2040年 約1兆円程度 2040年

- ・CAGR7%/年で成長するとした場合、\$27.74billion(約3.6兆円)
- ・CAGR15%/年で成長するとした場合、\$49.6billion(約6.4兆円)
- →衛星以外も含むRemote sensing service市場成長率として約15%の推定値あり。
  Markets and markets社 "Remote sensing services market"より。
  https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/remote-sensing-services-market-87605355.html
- ・CAGR20%/年で成長するとした場合、\$72.8billion(約9.5兆円)
- ➡観測以外も含む衛星データ利用市場成長率として約20%の推定値あり。野心的な目標値として本値を採用。

Allied Market Research社 "2021 Satellite Data Service Market) https://www.alliedmarketresearch.com/satellite-data-services-market-A06428

- Planet社の2022年度通期の売上高は1億3120万ドル(170億円)。 安保と民生で半々。北米とそれ以外で半々。
- MAXAR社のEarth Intelligence部門の2021年度売上は、\$533m(692億円)

2

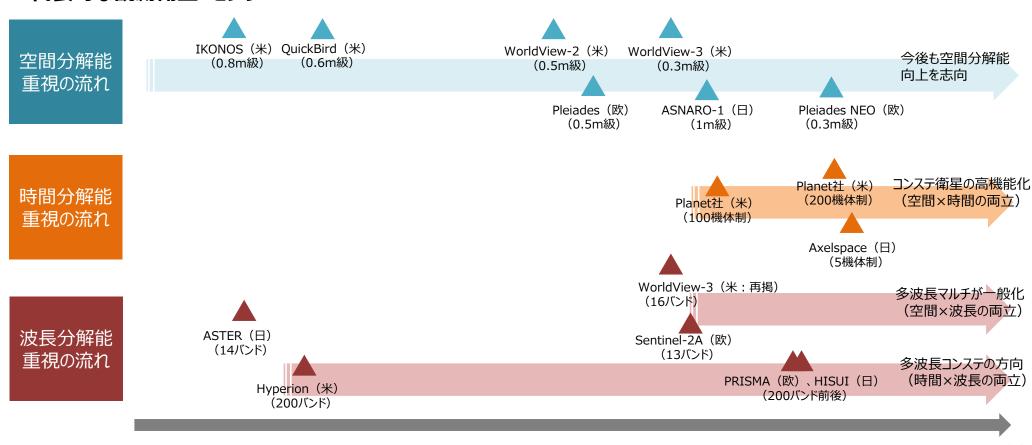
=世界市場の約10%と推定

出典:衛星地球観測コンソーシアム (CONSEO) 事務局作成資料

## 地球観測衛星の性能向上の方向性

- 観測衛星の性能は主に**空間分解能、時間分解能、波長分解能**の3要素で規定され、これらの競争が加速。
  - 空間分解能:米国のみならず欧州や中国も0.3mに到達。さらに性能向上の方向。
  - ・ 時間分解能:米Planet社は既に200機以上の光学衛星コンステレーションを配備済。
  - 波長分解能: 今後は多波長衛星のコンステレーション化による時間分解能向上の方向性。

#### ■代表的な観測衛星・センサー



出典: 三菱総合研究所作成資料 2000年 2010年 2010年 2020年 2020年 30

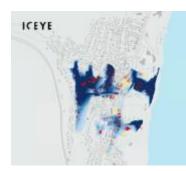
## (参考) 地球観測衛星データを活用した海外でのビジネス

● 地球観測衛星データを活用した海外ビジネスには、以下の様な事例がある。

#### 洪水の被害規模予測

事例: ICEYE (フィンランド)

- 豪雨による災害リスクを常時SAR衛星でモニタリングし、大雨が降った際は画像撮影から24時間以内に「浸水のエリア」と「想定される浸水の深さ」の情報を提供。
- オーストラリア政府や水害被害の迅速な保険金支払いのため保険会社へデータ提供を行っている。

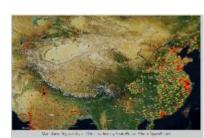


出典: ICEYE社

## 経済活動の分析・可視化

事例: SPACEKNOW (アメリカ・チェコ)

中国の工場地帯などを、過去何 億枚という膨大な数のリモートセ ンシング画像をAIで解析すること で、中国の正確な経済指標を作り、Bloomberg等の情報機関、 金融機関、投資家向けに販売している。



出典:SPACEKNOW社

#### インフラ監視サービス

事例: Picterra社 (スイス)

• 地理空間情報プラットフォーム上で 衛星画像を活用することで、輸送、 インフラ、エネルギーネットワークの 情報を監視するサービスを提供。



出典: Picterra社

#### ワイン用ぶどう畑での給水スケジュール管理

事例: TERRANIS SAS (スペイン) ※ESAプロジェクト

- 光学画像、現地データ気象データを組み合わせ、収穫に最適な給水計画を立案。
- 農家にはいつ、どこで、どのくらいの量の 水を散布すればよいか明確となるため、 水が限られた乾燥地域などでは効率 的な水の散布が可能。



出典: ESA eo science for society

## (参考) 地球観測衛星データを活用した国内でのビジネス

● 地球観測衛星データを活用した国内ビジネスには、以下の様な事例がある。

#### 海洋状況把握

事例:IHIジェットサービス

• 光学衛星、SAR衛星、AI等を活用し、 船舶の位置情報、遅延予測等をリア ルタイムかつ一気通貫で把握可能な 海洋状況把握サービスを提供。



出典: IHIジェットサービス

#### 水道管の漏水リスク管理

事例:天地人

水道事業者が保有する水道管路情報、衛星データ等を組み合わせ、AIによる解析を行い、地区ごとに漏水リスクを評価し、確認・管理を行うシステムを提供。

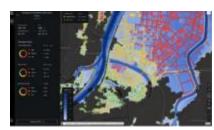


出典:株式会社 天地人

#### 浸水被害評価サービス

事例: Synspective

全天候・高頻度観測の信頼性の高いSARデータにより、水害発生時の被害情報を迅速に提供する浸水被害(浸水域、浸水深、被害道路、被害建物)評価サービスを提供。



出典:株式会社Synspective

#### 森林変化情報提供サービス

事例:パスコ

• 森林の変化状況を的確に把握するため、衛星画像とAI判読技術を用いた変化情報を提供するサービス。自治体が行う森林所有者から提出される状況報告の記載内容と伐採造林届および各種計画との照合や現地確認の手間やコストの簡略化となる。



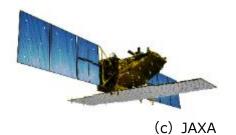
出典:株式会社パスコ

## (参考) 地球観測衛星のコンステレーション化によるゲームチェンジ

高精度な大型衛星データをベースマップとしつつ、小型衛星コンステレーションにより観測から利用までのリードタイムを大幅短縮(時間→分・秒)することで、従来の課題であった即応性が補完され、安全保障用途、ビジネス用途が拡大している。

#### 従来

少数の大型機のみ



- 高性能、高解像度
- 低頻度(再回帰に数週間)



即応性が乏しくリアルタイムの データの利用ニーズに対応できない。

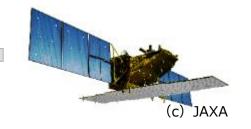
#### 今後

小型コンステレーション



- 観測の即応性向上
- ・衛星間通信リレーによる リードタイム大幅短縮

従来の大型機



大型衛星による 高精度ベースマップ



安全保障用途、民生用途が拡大。

## (参考) 民間企業による地球観測衛星コンステレーション計画①

● 世界中で民間企業による計画が進展し、国際競争が激化している。

#### 光学衛星

▶ 防衛予算に支えられ、機数・分解 能で米国が圧倒的に先行。

#### SAR※衛星

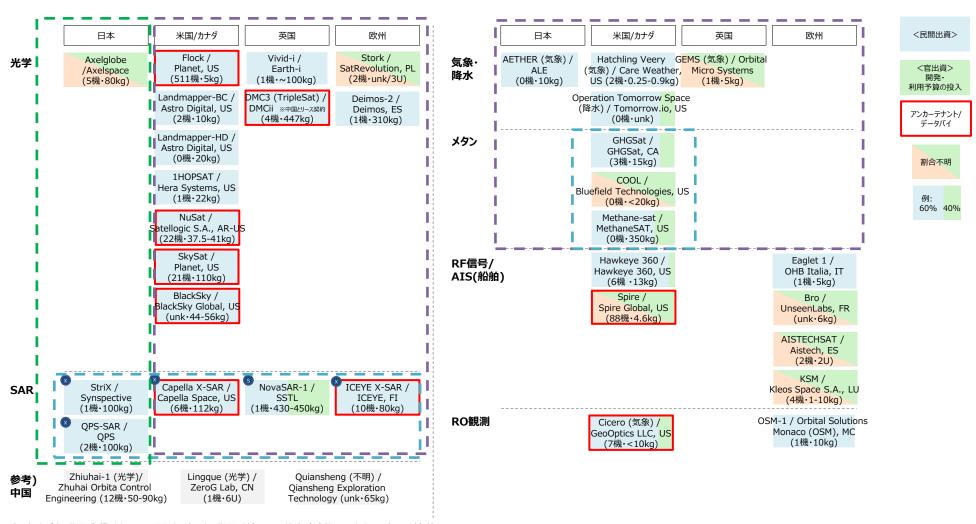
- ➤ Capella(米国)、ICEYE(フィンランド)が機数で先行。 他方、分解能は、日本のスタートアップ QPS、 Synspectiveも遜色ない。
  - ※SARとは「合成開口レーダー」のことであり、SAR衛星から電波を照射して、 地球上のデータを取得する技術。夜間・悪天候でも観測可能。

#### く世界の主な観測衛星コンステレーションの一覧>

W#	会社名(国)	Axelspace(日本)	Planet(米国) (DOVE)	<b>Planet(米国)</b> (SkySat,Pelican)	Maxar(米国)	
光学 衛星	分解能	2.5m	3.7m	0.57~0.3m	0.5~0.29m	
14032	機数の実績(目標)	5機(12機) ©Axelspace	約130機 ©Planet	<b>21機</b> (32機) ©Planet	4機(7機) ©Maxar	
	会社名	QPS研究所(日本)	Synspective(日本)	ICEYE(フィンランド)	Capella(米国)	
SAR 衛星	分解能	0.46m	0.9 m	0.5 m	0.5m	
	機数の実績(目標)	3機(36機) ©iQPS, Inc.	3機(30機) ⊚Synspective	31機(48機) ©ICEYE	<b>4機</b> (36機) <sub>©Capella Space</sub>	

## (参考) 民間企業による地球観測衛星コンステレーション計画②

● 世界中で民間企業による計画が進展し、国際競争が激化している。



注:打上げ済み衛星が1機以上、または開発中・計画中の衛星を対象とする。故障・寿命等により中止した計画は対象外とする。 括弧内の機数および重量は、**2021年12月時**点で打上げ済み衛星の情報に基づ、大学によるの実験プログラムは対象外としている。unk=unknown。 色分けの定義:【橙色】民間から出資を受けている場合;【緑色】政府から出資を受けている場合; 出資金額の割合 = 色の割合 (不明の場合は斜め分割);【赤枠】アンカーテナント/データバイ契約が結ばれている場合。 割合に関する注意: 数パーセントの誤差が生じて入る可能性があるため、10パーセントボイント・幅で色の割合を統一。

# 1. 国内外の宇宙産業の動向

- (1) 宇宙輸送
- (2)衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
- (3) 宇宙科学·探查
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 各国測位衛星の状況

● 米国(GPS)、欧州(Galileo)、ロシア(GLONASS)は、グローバルな衛星測位システムを整備し、その利活用を推進。中国(北斗)も、米国・ロシア・欧州に続き、グローバルな衛星測位システムを2020年に構築。

	衛星測位システム	測位精度	運用状況
米国	GPS Global Positioning System	5∼10 [m]	31機体制で運用中
ロシア	GLONASS	$10{\sim}25~\mathrm{[m]}$ (補強情報を使って数cm程度を目指している)	26機体制で運用中
欧州	Galileo	$15{\sim}20~ ext{[m]}$ (補強情報を使って20cm程度を目指している)	28機体制で運用中
中国	北斗(BeiDou)	$10{\sim}15~\mathrm{[m]}$ (補強情報を使って20cm程度を目指している)	45機体制で運用中
インド	NavIC Navigation Indian Constellation	~20 [m]	7機体制で運用中 ※11機への拡張計画あり
日本	準天頂衛星システム QZSS Quasi-Zenith Satellite System	5~10 [m] 数 cm (cm級の補強情報活用時)	4機体制で運用中 ※7機体制の構築に向け整備中 ※11機体制にむけた検討・開発着手

出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局作成資料を編集

## 地球測位航法衛星システム(GNSS)に関する市場動向①

2023年のGNSS機器及び付加価値サービスの収益は、約2,600億ユーロ(=約41.6兆円)との統計がある。※1ユー□ 160円で計算

### ■世界のGNSS需要図(2023年)



	Luit	caropean omon (coz/)				
	2023		2033			
	Value	%	Value	%		
Devices revenues (€ bn)	16	23	27	23		
Services revenues (€ bn)	32	17	54	12		

European Union (EU27)









	4	North America		
*1	2023		2033	
	Value	%	Value	%
Devices revenues (€ bn)	20	28	35	29
Services revenues (€ bn)	44	23	74	16



		Asia-Pacific			
	202	2023		33	
- L.	Value	%	Value	%	
Devices revenues (€ bn)	24	34	34	29	
Services revenues (€ bn)	77	40	218	47	





			-			
	South	South America & Caribbean				
	2023		2033			
	Value	%	Value	%		
Devices revenues (€ bn)	2	3	5	4		
Services revenues (€ bn)	10	5	29	6		

	Mic	Middle East & Africa				
A STATE OF THE STA	2023		2033			
	Value	%	Value	%		
Devices revenues (€ bn)	3	4	5	5		
Services revenues (€ bn)	19	10	65	14		

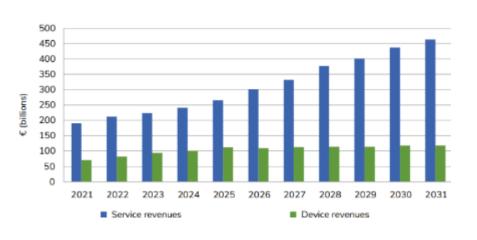


## 地球測位航法衛星システム(GNSS)に関する市場動向②

- GNSS機器及び付加価値サービスの収益は年平均成長率8%で、2033年には 5,800億ユーロ(約92.8兆円)に達すると予想されている。※1ユー□ 160円で計算
- 2023年から2033年の予測期間において、付加価値サービスの内訳としてスマホ等の 消費者向けソリューション、カーナビ等の自動車・道路分野が全体の9割以上を占めて いる。その他の活用として、農業分野、都市開発、インフラ関係等が挙げられている。

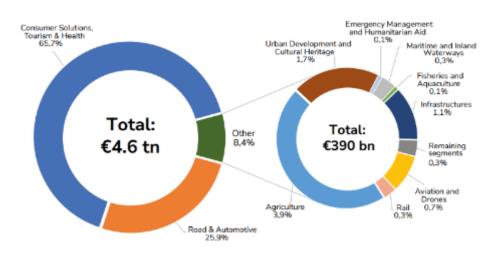
### ■世界のGNSS機器およびサービスの売り上げ推定

- ▶年間平均成長率約8%。
- ▶ 2033年には5,800億ユーロに達すると予想されている。



### ■ 2023-2033年の累積売り上げ推定(セクター別)

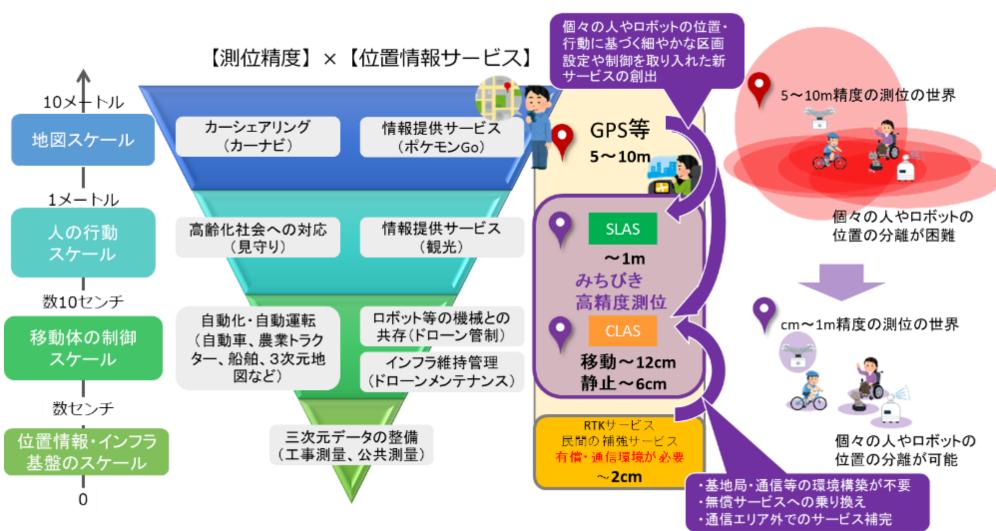
- ▶ スマホ、タブレット、フィットネス機器等の消費者向けソリューションが65%を占める。
- ▶ 自動車・道路関係が26%を占める。



出典: EUSPA 「EO and GNSS Market Report 2024」P22

## (参考) 測位の精度と様々なサービスの関係

◆ 人、データ、プロセス、モノの情報を利用する際、「位置と時間」は重要な要素であり、「位置情報」が高精度になることにより、様々なシーンでの活用が見込まれる。



出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室作成資料から抜粋

# 1. 国内外の宇宙産業の動向

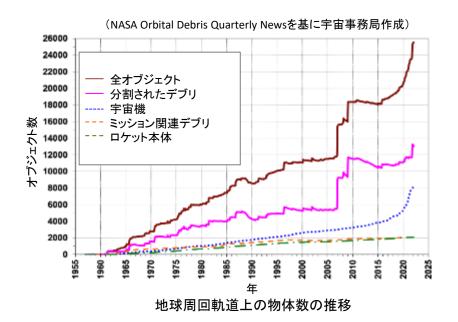
- (1) 宇宙輸送
- (2)衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
- (3) 宇宙科学·探查
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 宇宙利用の拡大に伴う軌道上の衝突リスク及びスペースデブリ問題

軌道上の宇宙ゴミ発生抑制と宇宙ゴミの削減について対策が必要な状況。

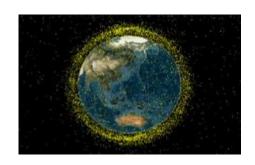
### 宇宙ゴミ等の増加

- ▶ 人工衛星破壊実験や小型衛星コンステレーションの増加で、宇宙空間の利用環境は加速的に悪化。
- NASA把握デブリ数:25,000個超



### デブリを巡る各国の動向

- > デブリや衛星機数増等に伴い、世界でルール整備の動き:
  - ✓ G7: 広島サミットで共同声明2024年の産業大臣会合でも方向性を踏襲
  - ✓ 欧ESA: 2030年まで「Net Zero Pollution」実現を表明
  - ✓ 米FCC: 衛星の軌道離脱を25年から5年以内へと 短縮 など
- デブリ除去技術実証については日本のスタートアップ・アストロスケール社が欧米に先行。



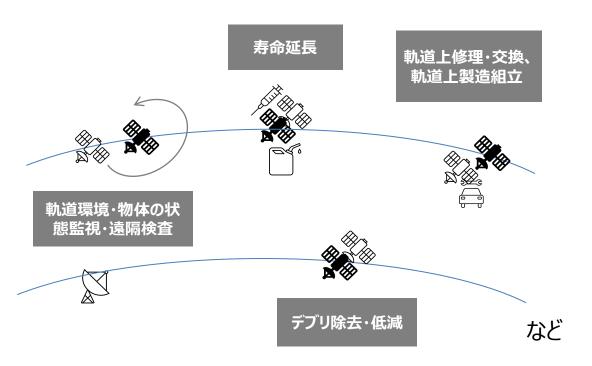
低軌道のスペースデブリイメージイラスト 出典 https://www.jaxa.jp/projects/debris/index j.html

出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局作成資料を編集

## 軌道上サービスについて

● 宇宙デブリ等の軌道環境・物体の状態監視・遠隔検査、デブリ除去・低減、衛星への燃料補給・修理・交換・寿命延長、軌道上製造組立、宇宙太陽光発電など、様々な軌道 上サービスの構想・実証・展開が国内外で進められている。今後の新興市場。

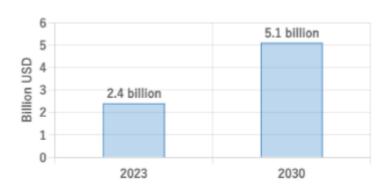
### ■様々な軌道上サービス



出典: ASTEC作成資料を編集

### ■軌道上サービスの市場予測の例

▶ 世界の軌道上衛星サービスの市場規模は、 2023年の24億米ドルから2030年には51億 米ドルへと、予測期間中に11.5%のCAGRで 成長すると予測されている。



出典:株式会社 Global Information 市場調査レポート(商品コード1282757)

# 1. 国内外の宇宙産業の動向

- (1)宇宙輸送
- (2) 衛星(通信、観測、測位、軌道上サービス)
- (3) 宇宙科学·探查
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 諸外国による月面計画の進展

● 米主導のアルテミス計画に加え、中国やインドなど、新興国による月面活動も進展。

### 有人月面探査を目指す 米国の「アルテミス計画」

- ▶ 火星も念頭に、日本含む国際パートナーと協力し、有人月面着陸を目標。
- 2022年11月、有人宇宙船Orionを 無人で打上げ、月の周回に成功:
  - ✓ 2024年、有人での月周回
  - ✓ 最速2025年、月面着陸



Orion宇宙船

### 中国の「嫦娥計画」と 有人月面探査

- 2020年「嫦娥5号」まで打上げ成功:2019年 月裏側へ着陸(世界初)
- ▶ 2028年頃までに、月面研究基地の基本構造を建設(ロシア等と協力)。
- 2030年までに火星探査。
  - ※嫦娥とは、中国神話で月に住むと 言われる仙女。月の異称。



嫦娥5号

### インドの「チャンドラヤーン」 シリーズ

- 2023年8月、「チャンドラヤーン3号」(着陸機と探査ローバ)が、水が存在する月南極付近に世界初着陸:
  - ✓ 2019年 2号機(着陸機) 打上げ、 通信途絶で失敗
    - ※チャンドラヤーンとは、サンスクリット語で 「月の乗り物」の意味。

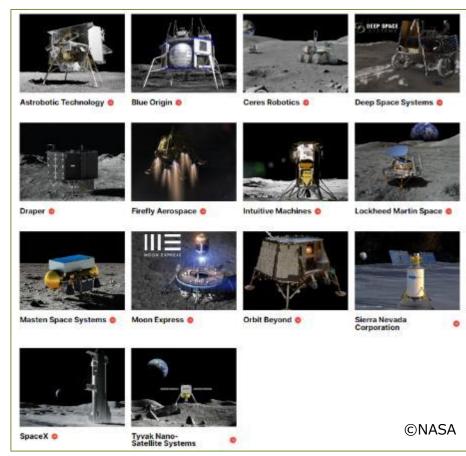


チャンドラヤーン3号

## NASAの商業月輸送サービス

- 米国では、NASAが民間調達による月面へのペイロード輸送サービス(CLPS)を実施。
- このように、宇宙科学・探査分野でも、一部、民間活力の活用が進みはじめている。
- NASA CLPSプログラム (Commercial Lunar Payload Services) の概要
- 契約総額は10年間(2019~2028年)で最大26 億ドルの見込み。
- ➤ 1回目:2024年1月、Astrobotic Technology社 が着陸機「Peregrine」を打上げ。推進系の不具合で **月面着陸は断念**。
- ▶ 2回目: 2024年2月、Intuitive Machines社が着 陸機「Nova-C」を打上げ。月面着陸に成功。
- CLPSには、Draperチームの協力会社として日本のispace社も参加。※子会社であるispace U.S.社が着陸機の設計等を担当。

### ■CLPS入札資格団体(計14団体)



出典:文部科学省作成資料を編集 46

1. 国内外の宇宙産業の動向

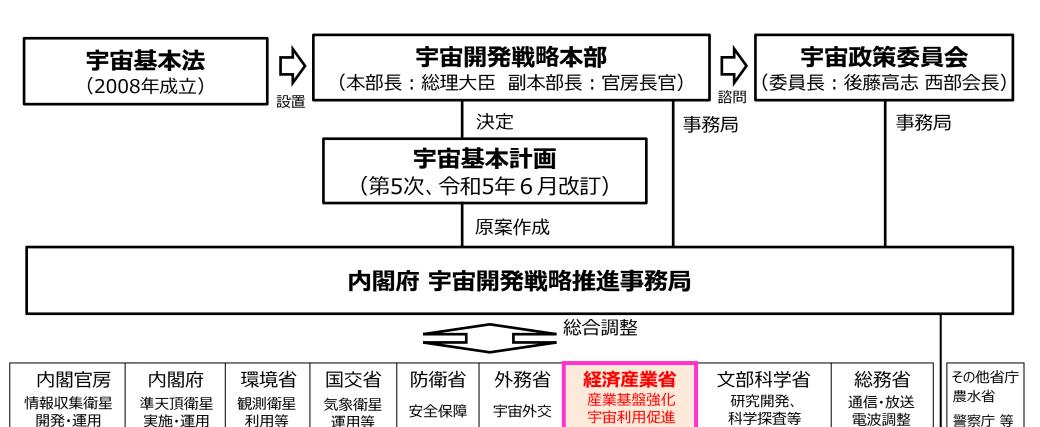
2. 日本政府の宇宙政策の推進体制

3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題

4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 宇宙政策の推進体制

- 内閣府宇宙開発戦略推進事務局が中心となり、関係省庁の取組の全体調整等が行われている。
- 毎年、6月及び12月頃に閣僚級の宇宙開発戦略本部が開催され、宇宙基本計画及び工程表の 改定に向けた議論が宇宙政策委員会等で行われている。



48

所管

(国) 宇宙航空研究開発機構(JAXA)
ロケット・衛星の開発、宇宙探査、射場管理(種子島)、**産業振興**等

所管

- 人類の活動領域が本格的に宇宙空間に拡大するとともに、宇宙システムが地上システムと一体となって、地球上の様々な課題の解決に貢献し、 より豊かな経済・社会活動を実現。また、安全保障環境が複雑で厳しいものになる中、宇宙空間の利用が加速。
- こうした宇宙空間というフロンティアにおける活動を通じてもたらされる経済・社会の変革(スペース・トランスフォメーション)が世界的な うねりとなっている中、我が国の**宇宙活動の自立性を維持・強化し、世界をリード**していくことが必要。この実現のため、宇宙基本計画を改定。
- 関係省庁間・官民の連携を図りつつ、予算を含む資源を十分に確保し、これを効果的かつ効率的に活用して、政府を挙げて宇宙政策を強化。

### 目標と将来像

#### (1) 宇宙安全保障の確保

- 宇宙からの安全保障:情報収集衛星や衛星 コンステレーションによる情報収集等
- 宇宙における安全保障:宇宙領域把握 (SDA) 体制の構築等
- 宇宙安全保障と宇宙産業の発展の好循環

#### (2) 国土強靱化・地球規模課題への 対応とイノベーションの実現

- 通信: 陸海空と宇宙がシームレスに繋がる
- リモートセンシング: 発災後、早期の被災状 況確認による**迅速な災害対応等を実現**等
- 衛星測位:準天頂衛星のcm級測位による**自** 動化・無人化で労働力不足解決に貢献

#### (3) 宇宙科学・探査における 新たな知と産業の創造

- 生命の可能性等の人類共通の知を創出し、 月以遠の深宇宙に人類の活動領域を拡大
- 月面探査・地球低軌道活動における産業振 興を通じて、**段階的に民間商業活動を発展**
- 次世代人材育成と国際プレゼンス向上

### (4) 宇宙活動を支える総合的基盤の強化

- 他国に依存することなく**宇宙へのアクセス**を 確保し、自立的な宇宙活動を実現
- 衛星運用状況等の情報共有が進展し、スペー スデブリの数が一定程度まで管理される
- 技術・産業・人材基盤の確立

宇宙産業を日本経済における成長産業とするため、その市場規模を、2020年に4.0兆円から2030年代早期に2倍の8.0兆円に。

### 基本的なスタンス

#### (1) 安全保障や宇宙科学・探査等のミッションへの 実装や商業化を見据えた政策

- (2) 宇宙技術戦略に基づく技術開発の強化
- ✓ 安保・民生分野横断的に検討、サプライチェーンも強化

#### (3) 同盟国・同志国との国際連携の強化

- ✓ 国際的規範・ルール作り、我が国強み活かした協力等
- (4) 国際競争力を持つ企業の戦略的育成・支援
- ✓ 国際市場で勝ち残る意志と技術等有する企業を重点支援
- (5) 宇宙開発の中核機関たるJAXAの役割・機能の強化
- ✓ JAXAの戦略的かつ弾力的な資金供給機能を強化、産学官の結節点に
- (6) 人材・資金等の資源の効果的・効率的な活用
- ✓ 工程表・宇宙技術戦略で資源を効果的・効率的に活用

### 具体的なアプローチ

### (1)宇宙安全保障の確保

#### (a)宇宙安全保障のための宇宙システム 利用の抜本的拡大

- 衛星コンステレーションの構築や情報収 集衛星の機能強化、民間衛星、同盟国・ 同志国との連携強化等で隙のない情報収 集体制を構築
- 情報収集衛星の機能強化(10機体制が目 指す能力早期達成)
- 安全保障用通信衛星の多層化(耐傍受性・ 耐妨害性のある防衛用通信衛星の確保
- 衛星コンステに必要な共通技術の確立
- 衛星測位機能の強化
- ミサイル防衛用宇宙システムに必要な技 術の確立(HGVの対処能力の向上のため の技術実証等)
- 海洋状況把握等

#### (b)宇宙空間の安全かつ安定的な利用の 確保

- 宇宙システム全体の機能保証強化
- 宇宙領域把握(SDA)体制の構築
- 軌道上サービスを活用した衛星のライフ サイクル管理

#### (c)安全保障と宇宙産業の発展の 好循環の実現

政府の研究開発・実装能力の向上

#### (2)国土強靱化・地球規模課題への 対応とイノベーションの実現

#### (a) 次世代通信サービス

- Beyond5G等次世代通信技術開発・実証
- フルデジタル化通信衛星実装へ開発・実証 (2025年度ETS-9打上げ)
- 衛星量子暗号通信の早期実現へ開発・実証

#### (b)リモートセンシング

- 防災・減災、国土強靱化・地球規模課題へ の衛星開発・運用とデータ利活用促進 (2029年度ひまわり10号運用開始、2024年度 GOSAT-GW打上げ ALOS-3喪失に対して再開 発の要否を含め検討、降水レーダ衛星開発等)
- 衛星関連先端技術の開発・実証支援 (2025年SAR衛星コンステ構築へ実証等)

#### (c)準天頂衛星システム

7機体制の着実な構築と11機体制に向けた 検討・開発着手(準天頂衛星システムの開 発・整備・運用、利活用推進)

#### (d)衛星開発・利用基盤の拡充

- 衛星データ利用拡大とサービス調達推進
- 衛星開発・実証プラットフォームにおける プロジェクトの戦略的推進
- 宇宙機器・ソリューション海外展開強化
- 異業種や中小・スタートアップ企業の参入促進 衛星データ及び地理空間データプラット
- フォームの充実・強化 宇宙天気予報の高度化・利用拡大(ひまわ り10号への宇宙環境計測センサ搭載)
- 宇宙太陽光発電の研究開発

#### (3)宇宙科学・探査における 新たな知と産業の創造

#### (a) 宇宙科学・探査

- 大型の海外計画参画と独創的・先鋭的技術 によるユニークなミッションの創出(2024 年度MMX打上げ)
- 火星本星・小天体探査計画の検討と「月面 における科学」の具体化
- 獲得すべき重要技術の特定と強みである技 術の高度化、強みとなる最先端技術の開 発・蓄積、フロントローディングの推進

#### (b) 月面における持続的な有人活動

- アルテミス計画の下、2020年代後半の日本 人の月面着陸、持続的な月面活動の推進(環 境制御・生命維持技術、補給機、有人与圧 ローバ、測位通信技術、月輸送技術等)
- 月面開発工程の具体化に向けた構想策定と 官民プラットフォームの構築
- 将来市場形成に向けた規範・ルールの形成

### (c)地球低軌道活動

【ISS延長期間】

- ISSの利用促進、ニーズ拡大策の推進
- アルテミス計画等に必要な技術の実証 【ポストISSを見据えた取組】
- ポストISSの在り方の検討と、その在り方に 応じた必要な技術の研究開発
- 国際的・国内的な法的枠組みの検討

### (4)宇宙活動を支える総合的基盤の強化

### (a)宇宙輸送

- 基幹ロケットの継続的な運用と打上げの 高頻度化などによる強化
- 民間ロケットの開発・事業支援
- 新たな宇宙輸送システムの構築
- 宇宙輸送に関わる制度環境の整備

#### (b)宇宙交通管理及びスペースデブリ対策

- ・ 商業デブリ除去技術の実証
- 軌道上サービス技術の開発・支援
- 国際的な規範・ルール形成への参画

### (c)技術・産業・人材基盤の強化

- 宇宙技術戦略の策定・ローリング
- 先端・基盤技術開発の強化(JAXA能力強化、 資金供給機能強化)
- 商業化に向けた支援の強化(定期的宇宙実 証、放射線試験機会提供、開発プロセスの DX支援等)
- 異業種や中小・スタートアップ企業の宇宙 産業への参入促進及び事業化支援(JAXA出 資・資金供給機能、SBIR制度等)
- 契約制度の見直し(官民の開発リスク分担の必 要な見直し、進捗に応じた支払手法の検討、物 価・為替変動対応、民間の適正利益確保の施策等)
- JAXAの人的資源の拡充・強化
- 人材基盤の強化
- 国際宇宙協力の強化
- 国際的な規範・ルール作りの推進
- 国民理解の増進

## 宇宙安全保障構想(令和5年6月 宇宙開発戦略本部決定)について①

- 国家安全保障戦略に基づき、宇宙安全保障の分野の課題と政策を具体化し、宇宙安全保障に 必要な今後約10年の取組を明らかにする文書。
- 3本柱の1つとして「安全保障と宇宙産業の発展の好循環の実現」が掲げられている。

### 宇宙安全保障上の目標

我が国が、宇宙空間を通じて国の平和と繁栄、国民の安全と安心を増進しつつ、

同盟国・同志国等とともに、宇宙空間の安定的利用と宇宙空間への自由なアクセスを維持すること。

### 第1のアプローチ

安全保障のための 宇宙システム利用の抜本的拡大

### (宇宙からの安全保障)

- ①広域・高頻度・高精度な**情報収集態** 勢の確立
- ②耐傍受性・耐妨害性の高い**情報通信** 態勢の確立
- ③ミサイル脅威への対応
- ④衛星測位機能の強化
- ⑤大規模・柔軟な宇宙輸送態勢の確立

### 第2のアプローチ

宇宙空間の安全かつ安定的な利用の確保

### (宇宙における安全保障)

- ①宇宙領域把握等の充実・強化
- ②衛星の長期的・経済的運用のための ライフサイクル管理
- ③不測事態における対応体制の強化
- ④国際的な規範・ルール作りへの主体 的貢献

### 第3のアプローチ

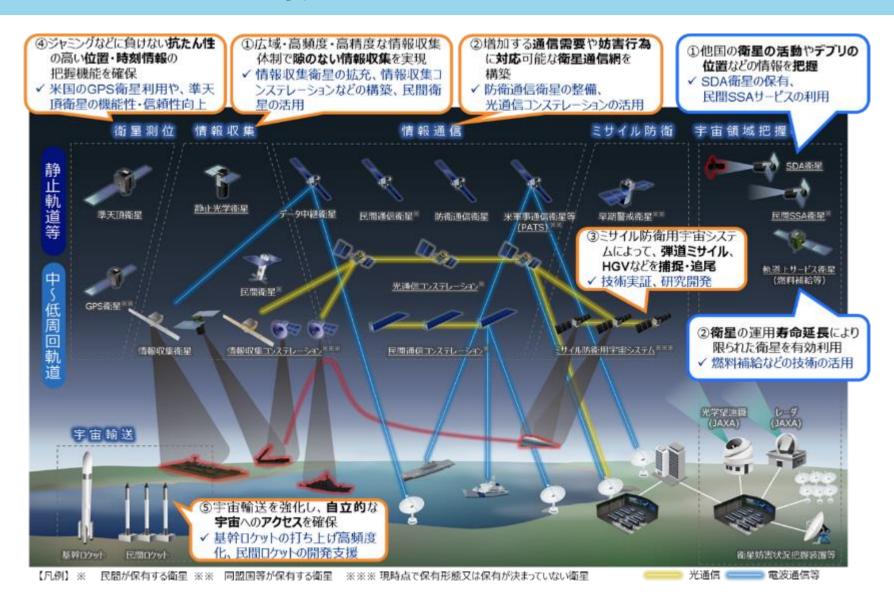
安全保障と宇宙産業の発展の 好循環の実現

### (宇宙産業の支援・育成)

- ①新たに策定する**宇宙技術戦略**の実行
  - ·先端·基盤技術開発力の強化
  - ・自律性を確保すべき重要技術の国産化
- ②政府・関係機関の役割・連携の強化
  - ·JAXAの役割の強化
  - ・政府の先端技術の研究開発成果の 安全保障用途への活用
- ③民間イノベーションの活用
  - 民間技術の活用
  - ·民間主導の技術開発の支援

## 宇宙安全保障構想(令和5年6月 宇宙開発戦略本部決定)について②

● 我が国の宇宙利用の将来的な姿として、下記のアーキテクチャ及び実現のための取組を示している。



1. 国内外の宇宙産業の動向

- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

- 人類の活動領域が本格的に宇宙空間に拡大するとともに、宇宙システムが地上システムと一体となって、地球上の様々な課題の解決に貢献し、より豊かな経済・社会活動を実現。また、安全保障環境が複雑で厳しいものになる中、宇宙空間の利用が加速。
- こうした宇宙空間というフロンティアにおける活動を通じてもたらされる経済・社会の変革(スペース・トランスフォメーション)が世界的な うねりとなっている中、我が国の**宇宙活動の自立性を維持・強化し、世界をリード**していくことが必要。この実現のため、宇宙基本計画を改定。
- 関係省庁間・官民の連携を図りつつ、予算を含む資源を十分に確保し、これを効果的かつ効率的に活用して、政府を挙げて宇宙政策を強化。

### 目標と将来像

#### (1)宇宙安全保障の確保

- 宇宙からの安全保障:情報収集衛星や衛星 コンステレーションによる情報収集等
- 宇宙における安全保障:宇宙領域把握 (SDA) 体制の構築等
- 宇宙安全保障と宇宙産業の発展の好循環

#### (2) 国土強靱化・地球規模課題への 対応とイノベーションの実現

- ・ 通信: 陸海空と宇宙がシームレスに繋がる
- リモートセンシング:発災後、早期の被災状況確認による迅速な災害対応等を実現等
- 衛星測位:準天頂衛星のcm級測位による自動化・無人化で労働力不足解決に貢献

## (3)宇宙科学・探査における 新たな知と産業の創造

- 生命の可能性等の人類共通の知を創出し、 月以遠の深宇宙に人類の活動領域を拡大
- **月面**探査・地球低軌道活動における産業振 興を通じて、段階的に民間商業活動を発展
- 次世代人材育成と国際プレゼンス向上

#### (4) 宇宙活動を支える総合的基盤の強化

- ・ 他国に依存することなく**宇宙へのアクセス**を 確保し、自立的な宇宙活動を実現
- ・ **衛星運用状況等の情報共有**が進展し、スペースデブリの数が一定程度まで管理される
- 技術・産業・人材基盤の確立

宇宙産業を日本経済における成長産業とするため、その市場規模を、2020年に4,0兆円から2030年代早期に2倍の8,0兆円に。

#### (1) 安全保障や宇宙科学・探査等のミッションへの 実装や商業化を見据えた政策

- (2) 宇宙技術戦略に基づく技術開発の強化
- ✓ 安保・民生分野横断的に検討、サプライチェーンも強化

#### (3)同盟国・同志国との国際連携の強化

- ✓ 国際的規範・ルール作り、我が国強み活かした協力等
- (4)国際競争力を持つ企業の戦略的育成・支援
- ✓ 国際市場で勝ち残る意志と技術等有する企業を重点支援

#### (5) 宇宙開発の中核機関たるJAXAの役割・機能の強化

- ✓ JAXAの戦略的かつ弾力的な資金供給機能を強化、産学官の結節点に
- (6) 人材・資金等の資源の効果的・効率的な活用
- ✓ 工程表・宇宙技術戦略で資源を効果的・効率的に活用

#### (1)宇宙安全保障の確保

#### (a)宇宙安全保障のための宇宙システム 利用の抜本的拡大

- 衛星コンステレーションの構築や情報収 集衛星の機能強化、民間衛星、同盟国・ 同志国との連携強化等で隙のない情報収 集体制を構築
- 情報収集衛星の機能強化(10機体制が目 指す能力早期達成)
- 安全保障用通信衛星の多層化(耐傍受性・耐妨害性のある防衛用通信衛星の確保等)
- 衛星コンステに必要な共通技術の確立
- 衛星測位機能の強化
- ミサイル防衛用宇宙システムに必要な技 術の確立(HGVの対処能力の向上のため の技術実証等)
- · 海洋状況把握等

### (b)宇宙空間の安全かつ安定的な利用の確保

- 宇宙システム全体の機能保証強化
- ・ 宇宙領域把握(SDA)体制の構築
- 軌道上サービスを活用した衛星のライフ サイクル管理

#### (c)安全保障と宇宙産業の発展の 好循環の実現

• 政府の研究開発・実装能力の向上

### (2)国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現

#### (a) 次世代通信サービス

- ・ <sup>Beyond5G等次世代通信技術開発・実証</sup>
- フルデジタル化通信衛星実装へ開発・実証 (2025年度ETS-9打上げ)
- 衛星量子暗号通信の早期実現へ開発・実証

#### (b)リモートセンシング

- 防災・減災、国土強靱化・地球規模課題への衛星開発・運用とデータ利活用促進 (2029年度ひまわり10号運用開始、2024年度 GOSAT-GW打上げ ALOS-3喪失に対して再開 発の要否を含め検討、降水レーダ衛星開発等)
- 衛星関連先端技術の開発・実証支援 (2025年SAR衛星コンステ構築へ実証等)

#### (c)準天頂衛星システム

 7機体制の着実な構築と11機体制に向けた 検討・開発着手(準天頂衛星システムの開発・整備・運用、利活用推進)

#### (d)衛星開発・利用基盤の拡充

- 「<mark>衛星データ利用拡大</mark>とサービス調達推進
- 衛星開発・実証プラットフォームにおける プロジェクトの戦略的推進

#### • 宇宙機器・ソリューション海外展開強化

- 異業種や中小・スタートアップ企業の参入促進衛星データ及び地理空間データプラット
- フォームの充実・強化 宇宙天気予報の高度化・利用拡大(ひまわり10号への宇宙環境計測センサ搭載)
- 宇宙太陽光発電の研究開発

#### (3)宇宙科学・探査における 新たな知と産業の創造

### (a) 宇宙科学・探査

- 大型の海外計画参画と独創的・先鋭的技術 によるユニークなミッションの創出(2024 年度MMX打上げ)
- 火星本星・小天体探査計画の検討と「月面 における科学」の具体化
- 獲得すべき重要技術の特定と強みである技 術の高度化、強みとなる最先端技術の開 発・蓄積、フロントローディングの推進

#### (b) 月面における持続的な有人活動

- アルテミス計画の下、2020年代後半の日本 人の月面着陸、持続的な月面活動の推進(環 境制御・生命維持技術、補給機、有人与圧 ローバ、測位通信技術、月輸送技術等)
- 月面開発工程の具体化に向けた構想策定と 官民プラットフォームの構築
- 将来市場形成に向けた規範・ルールの形成

### (c)地球低軌道活動

【ISS延長期間】

- ISSの利用促進、ニーズ拡大策の推進
- アルテミス計画等に必要な技術の実証 【ポストISSを見据えた取組】
- ・ ポストISSの在り方の検討と、その在り方に 応じた必要な技術の研究開発
- ▲・ 国際的・国内的な法的枠組みの検討

#### (4)宇宙活動を支える総合的基盤の強化

#### (a)宇宙輸送

- 基幹ロケットの継続的な運用と強化
- 民間ロケットの開発・事業支援
- 新たな宇宙輸送システムの構築
- 宇宙輸送に関わる制度環境の整備

### (b)宇宙交通管理及びスペースデブリ対策

- 。 <mark>商業デブリ除去技術の実証</mark> 軌道上サービス技術の開発・支援
- ・ 乳塩エリーと人技術の開発・又援・ 国際的な規範・ルール形成への参画

#### (c)技術・産業・人材基盤の強化

- ・ 宇宙技術戦略の策定・ローリング
- 先端・基盤技術開発の強化 資金供給機能強化)
- ・ <mark>商業化に向けた支援の強化</mark>(定期的宇宙実 証、放射線試験機会提供、開発プロセスの DX支援等)
- 異業種や中小・スタートアップ企業の宇宙 産業への参入促進及び事業化支援(JAXA出 資・資金供給機能、SBIR制度等)
- 契約制度の見直し(官民の開発リスク分担の必要な見直し、進捗に応じた支払手法の検討、物価・為替変動対応、民間の適正利益確保の施策等)
- JAXAの人的資源の拡充・強化
- 人材基盤の強化
- 国際宇宙協力の強化
- 国際的な規範・ルール作りの推進
- 国民理解の増進

## 経済産業省の宇宙事業の概観

宇宙開発が官中心から民中心へと移行する中、令和2年度までは30億円程度だった 経済産業省宇宙産業室の予算も、近年、増加傾向。

### R3補正+R4当初

R4補正+R5当初

R5補正+R6当初案

般会計

内閣府推進費

経済 基金保

宇 基宙 金戦略

S 予 B 算 I R

19.3億円 **SERVIS** - 汎用バス開発、衛星データ地域実証 等

衛星データ利用基盤 25億円

**HISUI** 4.7億円

宇宙太陽光 3.5億円

19.3億円 **SERVIS** - 汎用バス開発、衛星データ地域実証 等

5.3億円 **HISUI** 

宇宙太陽光 3.5億円

※内閣府からの移し替え

小型衛星コンポーネント開発 10.6億円

月面エネルギー技術開発 7.9億円

ロボットアーム・ハンド開発 3.6億円

小型衛星コンポーネント開発 10億円 月面エネルギー技術開発 14.3億円 ロボットアーム・ハンド開発 3.0億円

5.7億円

19.7億円 **SERVIS** 

- 汎用バス開発、衛星データ地域実証等

4.1億円 宇宙太陽光

小型衛星コンポーネント開発 2.5億円

月面エネルギー技術開発 11.9億円

衛星データ提供基盤 7.1億円

衛星間光通信技術実証 600億円 ※8年間の基金事業

衛星データ提供基盤

船舶間通信衛星 (VDES) 147億円 ※8年間の基金事業

小型多波長センサ開発 50億円 ※6年間の基金事業

> 147億円 リモートセンシング高度化 ※5年間の基金事業

月面ランダー開発 120億円 ※5年間の基金事業

(今後技術開発テーマを設定) 1,260億円

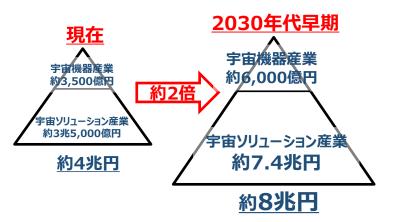
※最大10年間の基金事業

## 日本の宇宙産業に関する経済産業省の取組の方向性

経済産業省としては、「**日本の宇宙産業の成長促進」**及び**「宇宙活動の自立性の確保」**につな がるよう、「国際市場で勝ち残る意志と技術、事業モデルを有する企業を重点的に育成・支援」※ し、宇宙産業の振興を図っていく。 ※宇宙基本計画(令和5年6月13日閣議決定)P.19

### ■日本の宇宙産業の成長促進

- 民間事業者による技術革新・商業化を支援。
- 新市場開拓支援、市場参入促進支援、衛星 データ利用ビジネスの促進、海外展開支援、ルー 民需獲得・政府調達・海外展開 ル・ガイドライン整備、人材育成等を推進。
- 日本の宇宙産業の市場規模を、2020年に 4.0兆円から2030年代早期に2倍の8.0兆円 することを目標とする。



等による資金調達



技術開発・設備投資・人材育成 等への再投資

## ■宇宙活動の自立性の確保

- 安全保障上及び経済安全保障上、宇宙システ ムがその役割を増している。
- 必要な宇宙活動を自前で行うことができる能力を 保持すべく、宇宙技術戦略を踏まえ、重要技術 の国産化を進める。



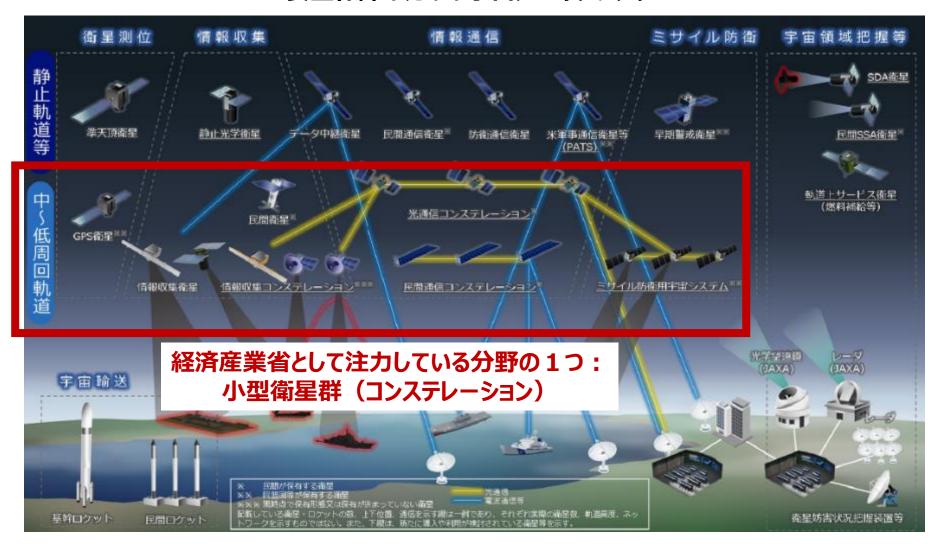
安全保障のための宇宙アーキテクチャ (宇宙安全保障構想 抜粋)

- 1. 国内外の宇宙産業の動向
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3.経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題(1)宇宙機器産業関係の主な取組
  - (2) 宇宙ソリューション産業関係の主な取組
  - (3) その他
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 宇宙安全保障構想(令和5年6月 宇宙開発戦略本部決定)

● 我が国の宇宙利用の将来的な姿として、下記のアーキテクチャ及び実現のための取組を示している。

安全保障のための宇宙アーキテクチャ



## 国内外の主な民間小型衛星コンステレーション事業者

● サイズ(横軸)、ミッション(縦軸)で主な市場を大まかに9分割。**赤字部分が日本企業**。

経済産業省宇宙産業室が各種公開資料・報道ベースで調査(2024年2月時点)※静止衛星は除く

		キューブサット~100kg級	100-300kg級	300kg以上
観測衛星	<b>光学センサー</b> 数十〜数百機単位	<ul> <li>アークエッジスペース(日)</li> <li>キヤノン電子(日)</li> <li>Planet (米)</li> <li>Blacksky (米)</li> <li>Satellogic (アルゼンチン)</li> <li>Chang Guang (中国) 等</li> </ul>	<ul><li>アークエッジスペース(日)</li><li>アクセルスペース(日)</li><li>Planet(米) 等</li></ul>	● Maxar (米) ● AIRBUS (仏) 等
	<b>合成開口レーダ</b> (SAR) ・ <b>電波情報収集</b> 数十機単位	<ul> <li>アークエッジスペース(日)</li> <li>Umbra(米)</li> <li>Hawkeye 360(米)</li> <li>UnseenLabs(仏) 等</li> </ul>	<ul> <li>Synspective (日)</li> <li>QPS研究所(日)</li> <li>ICEYE (フィンランド)</li> <li>Capella Space (米)</li> <li>Umbra (米)</li> <li>Spacety (中国) 等</li> </ul>	● ASI (伊) ● DLR (独) ● JAXA (日) 等
通信衛星	<b>通信</b> 数十~数万機単位 ※周波数次第	<ul> <li>アークエッジスペース(日)</li> <li>Spire (米)</li> <li>Kepler (加)</li> <li>Swarm technology (米) 等</li> </ul>	<ul><li>アクセルスペース(日)</li><li>WARPSPACE(日)</li><li>Oneweb(英)等</li></ul>	<ul> <li>NEC、SpaceCompass (日)</li> <li>SpaceX (米)</li> <li>AST SpaceMobile (米)</li> <li>Kuiper (米)</li> <li>銀河航天、吉林 (中)</li> </ul>

## 民間小型衛星コンステレーションに係る取組

- 各サイズで**コンポを含む衛星バス技術開発**進めつつ、世界で戦うミッション領域に支援中。
- 他方、**コンステレーション構築に向けた量産化体制・サプライチェーンの構築には課題**がある。

			6U-12U(10-30kg程度)	100-200kg級	200kg以上
衛星バス (衛星共通の箱部分)			●アークエッジスペース(経産省予算) ・汎用衛星バス開発を支援中。	<ul><li>● アクセルスペース (経産省予算)</li><li>・汎用衛星バス開発を支援中。</li></ul>	●NEC(経産省予算) ●MELCO(内閣府予算)
	統合 ユニット		●アークエッジスペース(内閣府予算) ・国内の部品を統合したユニットを開発。		基盤となる衛星バス及び
衛星バ	姿勢制御系	スター トラッカ	● ジェネシア・東工大 (内閣府予算) ・国際競争力のある小型、低消費電力、	姿勢制御精度の高いスタートラッカを開発。	部品技術をサイズごとに 開発・支援中
ハスの部品・コンポ	(ADCS)	リアクション ホイール	● シナノケンシ (経産省予算) ・車載等向けのモータ技術を活かした低ご	コスト・短納期のリアクションホイールを開発。	IMJÆ XJÆ·T·
		CMG		● <b>三菱プレシジョン(内閣府予算)</b> ・小型衛星向けのコントロールモーメントジャー	们(CMG)を開発。
	推進系		● Pale Blue (内閣府推進費、ディー・ ・小型、軽量、安全、安価、モジュール型		
ーネント	 ネ             		● アストレックス (METI予算) ・低価格電源技術を有する。 事業再構 築補助金で関係会社を支援。	● NEC (内閣府 <del>)</del> ・低コスト、短納期	<b>推進費)</b> 、スケーラブルなデジタル電源を開発。
-	衛星間光	通信機器		● アクセルスペース、NEC(総務省事業) ・衛星間光通信機器、ルータ等を開発。	日本企業が国際市場で
ミッショ	光学センサー		<ul><li>・Kプロにより上限50億円で高感度小型赤</li><li>・SBIRフェーズ3により多波長光学衛星開</li></ul>		戦うミッション領域に アプロ CRIPフェーブ27
	合成開I (S <i>A</i>			・SBIRフェーズ3により <mark>小型SAR衛星の</mark> 高度化開発を支援中。	─ Kプロ、SBIRフェーズ37 ■ 重点投資中
ン領域	通	信	・Kプロにより上限147億円で船舶向け 通信衛星コンステレーションによる海洋状 況把握技術開発・実証に取り組み中。	・Kプロにより <b>上限600億円で光通信等の復</b> 証に取り組み中。	<b>電子 ファイト ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・</b>

## 民間宇宙輸送機の研究開発・打ち上げ支援

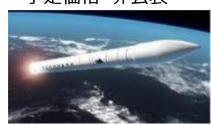
- 株式会社スペースワン(和歌山県)やインターステラテクノロジズ株式会社(北海道)などが 安価かつ高頻度に軌道投入が可能な民間宇宙輸送機を開発中。文科省がSBIR3で支援中。
- こうした民間宇宙輸送機の量産化に向けては、サプライチェーンの強化・革新が必要。

### ■スペースワンへのこれまでの支援内容

- 宇宙関連部品・コンポーネントの採用に当たっては、宇宙空間 での挙動試験・分析による**信頼性確認**が求められる。
- 国際競争力を持ち得る部品・コンポーネントを複数搭載した超小型衛星を小型ロケットに搭載して**軌道上実証**を行う事業等を支援中。
  - ・宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業(うち、軌道上実証) R2-R4 7.8億円(累計)の内数 R5 0.8億円(予算額)の内数

### 小型ロケット「カイロス」の概要

- 打上能力 LEO 250kg、SSO 150kg(高度500km)
- 推進剤 固体燃料
- 予定価格 非公表





出典:スペースワン

### ■インターステラテクノロジズへのこれまでの支援内容

- ・ 小型ロケットの低価格化には**エンジンシステムの小型化**や**量産化** が重要。
- 民生部品を用いた小型・高効率な小型液体ロケットエンジンの ターボポンプシステム、制御コンピュータ開発や機体の**量産化技術** 開発等を支援。
  - ・宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業 H27-R2 1.9億円(累計)の内数
  - ·戦略的基盤技術高度化支援事業 R3-4 0.4億円

R5(交付決定額) 0.3億円

·地域復興実用化開発等促進事業費補助金 R3 5.0億円

### 小型ロケット「ZERO」の概要

- 打上能力 LEO 150kg (高度500km)
- 推進剤 液体燃料
- 予定価格 6億円以下





出典: インターステラテクノロジズ 60

## 軌道上サービスに必要な技術開発

- 宇宙空間の持続的・安定的利用のため、スペースデブリの除去や衛星の寿命延長(修理・推進力付与)等の軌道上サービス技術の開発が世界的に進められており、日本でもアストロスケール社等の取組みが進行。
- 文科省及びJAXAがSBIR3等で支援中。
- 経済産業省は、宇宙開発利用加速化戦略プログラム(スターダストプログラム)により、軌道上サービスに必要な宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術開発を令和3年度から開発支援中。

### ■ ロボットアーム・ハンド技術について

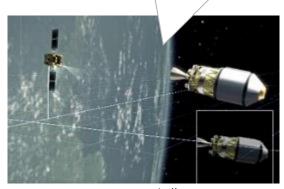
• デブリ除去等の軌道上サービスでは、デブリや衛星に接近(ランデブー)、結合(ドッキング)した上で複雑な作業を行うための、**自律制御のロボットアーム・ハンド技術が重要**となる。

・宇宙開発利用推進研究開発(宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術開発) R3-R5 9.3億円 (累計)

軌道上サービス衛星が、対象 (スペースデブリ等)の状態を観測

軌道上サービス衛星が対象に接近・結合

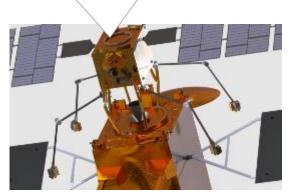
ロボットアーム・ハンドによる作業



出典: Astroscale



出典: JAXA



出典: Astroscale

## 月面関係の取組

● アルテミス計画を踏まえ、今後の月面開発を着実に推進するため、**月面エネルギーシステム全体に** 関する技術課題整理、水電解技術の研究開発、月面ランダーの開発・運用実証を実施中。

### ■月面エネルギーシステム全体に関する技術課題整理

• 月面での電力供給システムや、エネルギーとしての水素の確保・利用のためのシステム等、必要なエネルギーシステムの全体構造について実現可能性を検討し、将来的に開発が必要とされる要素技術等について整理する。

・宇宙開発利用推進研究開発 (月面におけるエネルギー関連技術開発(技術課題整理)) R6 1.1億円

### ■水電解技術の研究開発

・ 水を電気分解して水素と酸素を生成する水電解装置に ついて、月面での活用を見据えた小型化・軽量化、及び 低重力下で正常に作動するための技術開発を行う。

•宇宙開発利用推進研究開発

(月面におけるエネルギー関連技術開発(水電解技術開発)) R6 0.2億円





### ■月面ランダーの開発・運用実証

• 100kg以上のペイロードを月面輸送するための 月面ランダーの開発(設計・製造・組立)、打 上げ及び運用(軌道制御、着陸誘導制御) に係る実証を支援。

・中小企業イノベーション創出推進事業 (SBIRフェーズ3) (月面ランダーの開発・運用実証) R4補正 120億円



(出典:ispace)

(出典:高砂熱学工業)

## 宇宙太陽光発電システムに関する技術開発

- 宇宙太陽光発電システム(SSPS: Space Solar Power System)は、宇宙空間において太陽エネルギーで発電した電力をマイクロ波やレーザーに変換して地上へ伝送し、地上で電力に変換して利用する構想。
- 経済産業省では、2009年度からマイクロ波無線送受電技術の研究開発を実施しており、**今後、超** 長距離の電力伝送の技術実証を実施予定。
- NASAでは2024年1月にSSPSのライフサイクルコスト等を計算するモデルを開発し、2050年の実現 に必要となる様々な技術革新の必要性を整理している。こうした**経済的評価も併せて実施**していく。

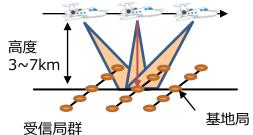
### ■航空機による実証事業(R1~R6)

- 長距離(1~10 k m)、垂直方向のマイクロ波電力伝送により、多素子の位相同期による無線送電技術及びビーム形成技術を実証。
- ・宇宙太陽光発電における無線送受電技術高効率化等研究開発事業 R6 4.1億円(案)



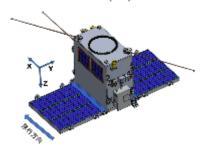
レドーム内に送電パネルを格納

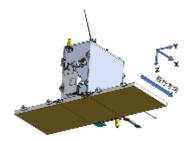
(出典:ダイヤモンドエアサービス(株))



## ■地球低軌道から地上の実証事業(R4~R7)

- 超長距離の無線電力伝送に必要な「**高精度のビーム形成及** びそのビームの方向制御」の技術開発を実施。
- また、電離層の影響を評価するために環境計測を実施。
- ・宇宙開発利用推進研究開発 (月面におけるエネルギー関連技術開発(無線送電開発)) R6 3.3億円、7.3億円(案)





(出典:(一財) 宇宙システム開発利用推進機構)

- 1. 国内外の宇宙産業の動向
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
  - (1) 宇宙機器産業関係の主な取組
  - (2) 宇宙ソリューション産業関係の主な取組
  - (3) その他
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 小型観測衛星コンステレーションに係る商流と経済産業省の取組の全体像

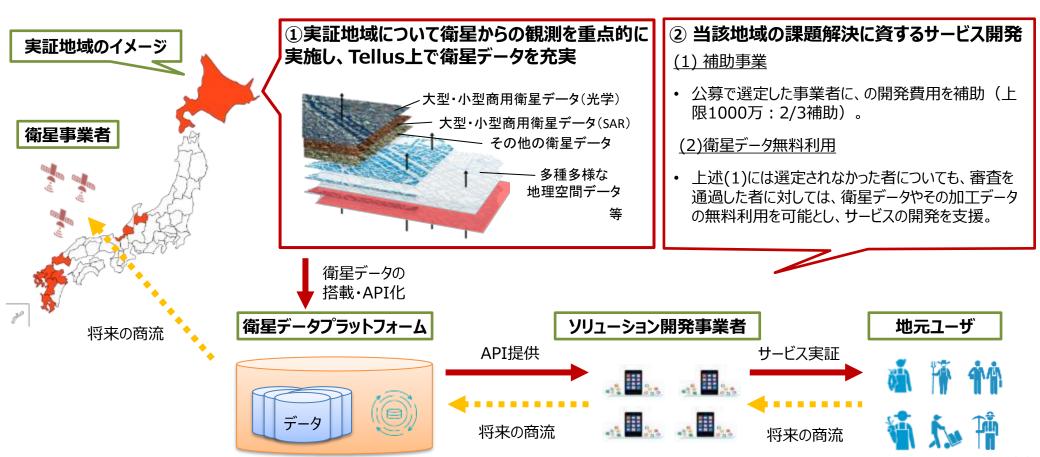
#### 宇宙機器開発支援(ハード) 衛星データ利用促進(ソフト) • R4以降、地域実証事業で衛 Kプロで小型多波長セン • H30-R3にTellusを開発。 • R4以降、ユーザと連携したソリューション開発支 星データを購入中。 • R5-に機能強化の開発。 サを開発中。 援を実施中。 衛星データ ミッション 衛星コンステ ソリューション ユーザ プラットフォーム (センサー等) SAR 光学 等 データを APIで提供 サービス提供 R2のサプライチェーン調査を デ-データ 踏まえた部品・コンポ開発を データ料 サブスク/ サービス料 実施中。 従量課金 打ち上げ (※商流に様々なパターンあり) ロケット・ 汎用衛星バス 部品・コンポ R1まで技術開発を支援。 (300kg級,100kg級,6U等) 小型ロケット SERVIS事業において、部品・コンポ の軌道上(宇宙)実証に活用中。 出典:スペースワン 電気式スラスタ 出典: Radius Space 購入 出典:インターステラテクノロジズ SERVIS事業にお いて開発支援中。 利用料 提供 • SERVIS事業において、部品・コンポの 宇宙機器開発支援(ハード)のみならず 軌道上(宇宙)実証を実施。 打ち上げには国産小型ロケットを活用。 衛星データ利用促進(ソフト)との両輪により 試験環境 • R3以降、効率的な試験手法・試験環 衛星コンステレーションの**商流を確立**する。 放射線照射試験設備 等 境について検討中。

出典: QST

65

## 衛星データ利用促進のための地域実証事業(2022~2024年度)

- 令和3年10~11月に実施した情報・提案提供依頼及び第三者委員会の意見を踏まえ、左下の 実証地域を選定し、当該地域における社会課題解決のための衛星データを利用したソリューション開発の集中的な実証支援を実施中。
- 今後は、**より大きな海外市場での取組や、国内での面的・継続的な取組について検討が必要**。



## 衛星データ利用ビジネス促進のための懸賞金事業 NEDO Challenge ~Satellite Data for Green Earth~

● **衛星データ等**を活用することで、**環境**及び**エネルギー**に係る課題の解決を図り、より多くの革新的・ 独創的なアイデアを収集する目的として、**懸賞金型コンテスト**を実施する。

## 宇宙

- 高解像度衛星データ
- AIS
- 測位情報等のデ―タ
- ハイパースペクトル
- 準天頂衛星
- 多波長センサー

### アイディア<sup>・</sup> &

衛星データ活用 による課題解決、 付加価値創出

システム

### ● 太陽光発電

● 風力発電

グリーン分野

- 地熱発電
- 海洋エネルギー
- ◆ ネガティブエミッション
- ブルーカーボン
- スマート林業

### > 応募テーマ

- ①**カーボンクレジット基盤構築** (グリーン・ブルーカーボン等)
- ②エネルギーマネジメント基盤構築(風力・太陽光等)
- ③**気候変動・環境レジリエンス基盤構築** (火災・水害・生物多様性等)
- 懸賞金額(各テーマ)

1位1000万円 2位400万円 3位200万円



スケジュール

20	24年	•	1		2025年				
	3月初旬	3月18日~ 4月30日	5月14日~ 5月29日	6月4日	6月19日~ 約6カ月間	12月中旬	1月	3月	
	ウェブ告知開始	応募期間	1次審査	結果 協知	システム 開発期間	2次審査用 資料提出	2次審査	   懸賞金   交付	F

## 衛星データ利用ビジネスを行うスタートアップへの支援

● 衛星データ利用ビジネスを行うスタートアップについて、SBIR制度も活用して支援中。

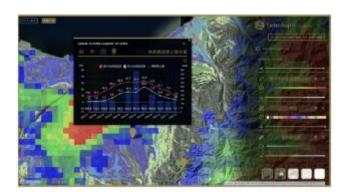
### 株式会社New Space Intelligence



バーチャル衛星コンステレーションによる無人島のスマートモニタリングの開発

衛星データ提供・解析基盤技術の高度化実証

### 株式会社 天地人



再生可能エネルギー事業分野における適地評価システムの社会実装

### 株式会社DATAFLUCT



衛星画像を利用した森林のCO2吸収ポテンシャルの算出ツールの開発

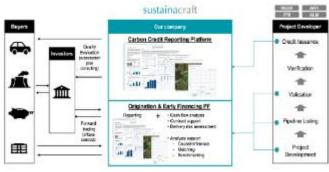
### LocationMind株式会社



https://locationmind.com/

衛星画像×船舶・トラックデータによる港湾物流モニタリング・予測ツール開発

### 株式会社sustainacraft



自然由来プロジェクトの炭素・生物多様性クレジットの定量化に向けた技術開発及び社会実装

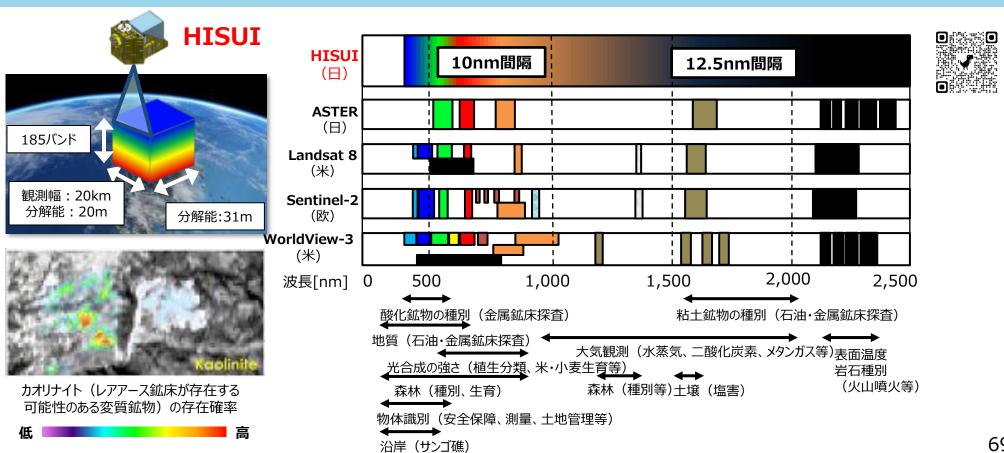
### サグリ株式会社



衛星リモートセンシングによる耕作放棄地検出・ 作物分類サービスの高度化実証

## 経済産業省が開発・運用している宇宙用大型多波長センサ―HISUI

- 1984年、地球資源衛星1号 (8波長) の開発に着手、1992年に打上げ、1998年に運用終了。
- 1987年、資源探査用センサーASTER (14波長) の開発に着手、1999年に打上げ。現在も運用中。
- 2007年、ハイパースペクトルセンサHISUI (185波長) の開発に着手、2022年に運用開始。 世界の陸域の波長分布データを取得し、様々な分野でフィールドワークと併せてデータ利用実証中。
- なお、**現在、大型のハイパースペクトルセンサ**(※100波長以上)**を軌道上に持つのは、日・独・伊・中 のみ**。NASA及びESAの共同の大型ハイパースペクトルセンサは2028-2029年頃の打上げを予定。



## HISUIの限界と小型多波長センサー(衛星コンステレーション)の必要性

- HISUIは地球全球観測に3年間かかり、高頻度でのデータ取得が求められる分野には不向き。
- このため、経済安全保障重要技術育成プログラムにおいて、小型衛星及びドローンに搭載可能な 小型多波長センサーの開発(上限50億円)を進めているところ。

相互補完

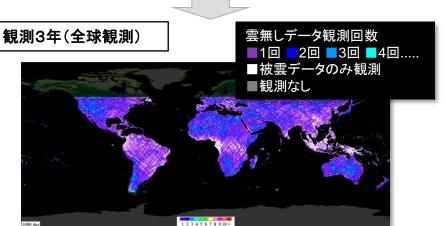
今後、**コンステレーション化を目指した取組の検討が必要**。

### **HISUI**

メリット: 185波長の地球全球データベースが作れる

デメリット:観測頻度が低い、高価



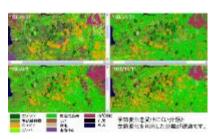


### 小型多波長衛星コンステレーション

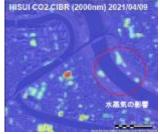
メリット:観測頻度が高い、安価、ビジネス性

デメリット:観測範囲が狭い等









CO2ガス濃度の監視



サンゴと死サンゴの弁別 出典: CORERAL



熱帯泥炭地モニタリング

- 1. 国内外の宇宙産業の動向
- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の現状・課題
  - (1)宇宙機器産業関係の主な取組
  - (2) 宇宙ソリューション産業関係の主な取組
  - (3) その他

4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

## 日本の宇宙産業の海外展開支援

- 以下を含む様々な取組を経済貿易協力局の予算等を活用し、実施してきた。
- 他方、特定国における産官学が連携した集中的かつ継続性のある取組に課題。

#### ■衛星開発協力支援

▶ NECが開発・実証を行ったASNARO-2と同型の衛星(LOTUSat)を円借款によってベトナムへ展開する事業を実施。2024年度中の衛星打ち上げを目指している。

### ■マスタープラン作り支援

▶ 令和3年度、ベトナム宇宙機関から経産省への要請に基づき、我が国の宇宙ベンチャーの技術等を生かした小型衛星コンステレーション(観測・通信・GNSS)のマスタープランを提案。

### ■キャパシティビルディング支援

- ➤ 大学宇宙工学コンソーシアム(UNISEC)(NPO)が 実施する各国でのキャパビルを令和4年度まで支援中。
- ▶ UNISECは各国の拠点を通じてニーズ情報の収集や、 日本の小型衛星事業者等への橋渡しを行うための体制 を構築中。





出典: UNISEC

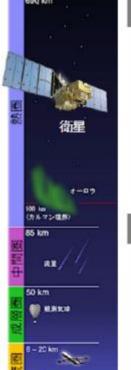
### ■官民ミッション派遣

- ➤ 2023年度は、5月にSJACの海外貿易会議で米国に官民ミッションを派遣。
- ▶ 12月には、内閣府宇宙事務局とともに、サウジアラビアに官民ミッションを派遣。

## 放射線試験・ソフトエラー対策に関する勉強会

- 令和3年度7月より開催。宇宙機メーカー、電機メーカ、自動車メーカ、半導体メーカ、通信キャリア、研究機関(JAEA、JAXA、QST、理化学研究所等)、大学等、50以上の団体から140名以上が参加し、これまで25回開催。
- 調査や勉強会により、宇宙・地上に共通する以下のような課題に対する解決策を検討中。来年度までの課題整理を踏まえ、今後の中長期的な取組を検討していく。

#### 放射線源と影響範囲



### 宇宙

#### 主な放射線

- ・陽子、重イオン
- X線、ガンマ線

影響範囲(少数高額) ロケット、衛星: 数機/年(数十億円/機)

#### 背景/課題

- 宇宙開発は官主導から民主導へ
- 世界的に小型衛星 打ち上げ数が急増
- 安価な民生部品の需要拡大

#### 地上

#### 主な放射線

中性子

影響範囲 (多数少額)

スマホ: 1億台/年 自動車: 100万台/年

- ・半導体集積回路の微細化により 放射線起源のソフトエラーが急増
- ・通信、自動車等を始めとした産業 においてソフトエラーを問題視

#### 共通の解法

#### (1) 照射施設利用プラットフォーム整備

- ✓ 既存の放射線照射施設の効率的な利用/運用を目的としたプラットフォームの検討
- ✓ これまで実施者が個々で開発していた試験治具の共通化(共通評価ボードの設計、開発、検証)

#### (2) 耐放射線性データベース

✓ 部品、コンポ、システムに関する放射線試験の評価結果及び、宇宙/地上での使用実績を元にしたデータベースの検討

#### (3) 放射線試験に係る標準開発

✓ デバイスの粒度や用途に即した試験 手法及び、評価手法の標準化の検討

## 民間宇宙システムのサイバーセキュリティ対策に関するガイドラインの開発

- 宇宙分野におけるセキュリティインシデントは、1986年以降、国内外で90件以上発生。
- 米国では2020年9月に大統領令で宇宙分野の対策促進が図られるなど、警戒感が高まっている。
- 自主的な対策促進のため、**民間宇宙事業者向けのサイバーセキュリティ対策ガイドラインを開発。**

#### ■宇宙分野のセキュリティインシデント事例

2008年、NASAの衛星に対し サイバー攻撃が行われ、 数分間制御不能に。



攻撃されたTerra衛星 出典: NASA

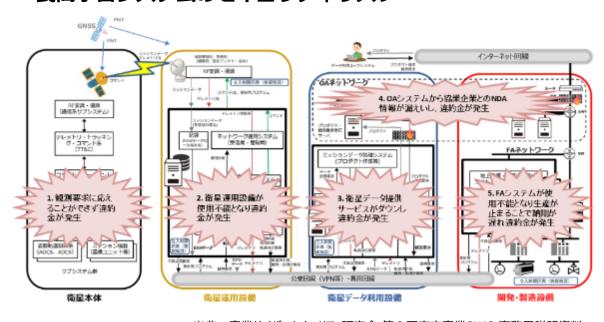
• 2018年、無許可設置の機器 経由でのサイバー攻撃により、 NASAの研究データが漏出。



無許可設置された機器 (Raspberry Pi)

こうした宇宙分野におけるセキュリティインシデントは、 1986年以降、国内外で90件以上発生。

#### ■民間宇宙システムのセキュリティリスク



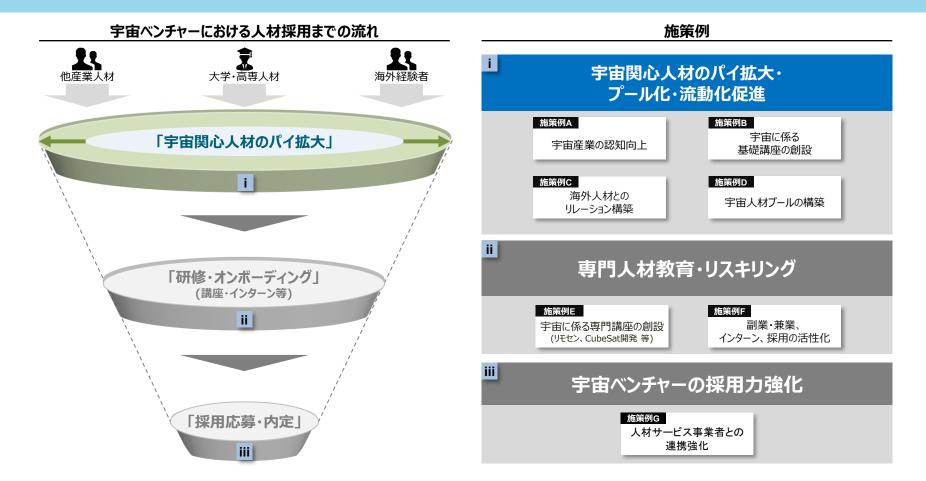
出典:産業サイバーセキュリティ研究会第2回宇宙産業SWG事務局説明資料

#### ■取組状況・方向性

- 2021年1月、産業サイバーセキュリティ研究会 WG1の下に「宇宙産業SWG」を設置。
- ・ 小型衛星開発事業者等の民間宇宙事業者を対象としたサイバーセキュリティ対策に関するガイド ラインVer1.0を令和4年8月に公表。令和5年1月、Ver1.1に更新。令和6年3月にVer2.0に更新。<sub>74</sub>

## 宇宙人材の流動化促進、多様な人材の宇宙分野への取り込み

- 拡大する宇宙人材の需要に応え、人材を確保するため、令和4年度から他産業の人材の宇宙分野への流入促進、宇宙人材の流動化促進に関する施策検討を実施。
- 有識者検討会での議論等を通じ、短期的、優先的取組領域として、「宇宙関心人材のパイ拡大」を識別。「他産業における宇宙産業の認知向上」、「宇宙人材プールの構築」等、宇宙産業人材の基盤強化に向けた施策の具体化検討を今年度も継続中。



## 特に緊要性の高い課題(まとめ)

● 各分野の国際市場環境、取組の進捗状況、予算措置状況等を踏まえ、経済産業省として、特に緊要性が高いと考える課題は以下の通り。

## 衛星コンステレーションビジネスの加速化

- 米Starlinkを始め、世界的に衛星コンステレーションの構築・商業化に向けた動きが加速。
- 日本の衛星コンステレーションビジネスを早期に確立する必要。
- **衛星の量産化のためのサプライチェーンの強靭化**が必要。

## 民間ロケットの輸送能力強化

・ 衛星コンステレーション構築等により、増加する国内外の衛星打上げ需要を支えるため、 民間ロケットのサプライチェーン強化が必要。

## 衛星データ利用ビジネスの促進

- 衛星データを活用したソリューションが新たな 価値創出や社会課題解決の鍵に。
- 日本の衛星データを活用したサービスを 海外で創出していく。

1. 国内外の宇宙産業の動向

- 2. 日本政府の宇宙政策の推進体制
- 3. 経済産業省の宇宙産業政策の概要
- 4. 宇宙戦略基金及び宇宙技術戦略について

# 宇宙戦略基金の創設

令和5年度補正予算: 3,000億円 (総務省240億円、文部科学省1,500億円、**経済産業省1,260億円**)

#### 『宇宙基本計画』(令和5年6月13日 閣議決定)

(5) 宇宙開発の中核機関たるJAXA の役割・機能の強化

宇宙技術戦略に従って、世界に遅滞することなく開発を着実に実施していくため、<u>我が国の中核宇宙開発機関であるJAXAの先端・基盤技術開発能力を拡充・強化するとともに</u>、プロジェクトリスク軽減のため、プロジェクトに着手する前に技術成熟度を引き上げる技術開発(フロントローディング)も強化する。(中略)さらに、欧米の宇宙開発機関が、シーズ研究を担う大学や民間事業者、また、商業化を図る民間事業者の技術開発に向けて、資金供給機能を有していることを踏まえ、<u>JAXAの戦略的かつ弾力的な資金供給機能を強化する</u>。これにより、<u>JAXAを、産学官・国内外における技術開発・実証、人材、技術情報等における結節点として活用し、産学官の日本の総力を結集</u>することで、宇宙技術戦略に従って、商業化支援、フロンティア開拓、先端・基盤技術開発などの強化に取り組む。

#### 『デフレ完全脱却のための総合経済対策』 (令和5年11月2日 閣議決定)

宇宙や海洋は、フロンティアとして市場の拡大が期待されるとともに、安全保障上も重要な領域である。「宇宙基本計画」に基づき新たに宇宙技術戦略を 策定するなど、宇宙政策を戦略的に強化するとともに、「海洋基本計画」に基づき新たに海洋開発重点戦略を策定し、取組を進める。 宇宙については、民間企業・大学等による複数年度にわたる宇宙分野の先端技術開発や技術実証、商業化を支援するため、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) に10年間の「宇宙戦略基金」を設置し、そのために必要な関連法案を早期に国会に提出する。本基金について、まずは当面の事業開始に 必要な経費を措置しつつ、速やかに、<u>総額1兆円規模の支援を行うことを目指す</u>。その際、防衛省等の宇宙分野における取組と連携し、政府全体として 適切な支援とする。

### 【背景】

人類の活動領域の拡大や宇宙空間からの地球の諸課題の解決が本格的に進展し、**経済・社会の変革(スペース・トランスフォーメーション)がもたらされつつある**。

多くの国が宇宙開発を強力に推進するなど、国際的な宇宙開発競争が 激化する中、革新的な変化をもたらす技術進歩が急速に進展しており、 我が国の技術力の革新と底上げが急務となっている。

### 【目的・概要】

我が国の中核的宇宙開発機関であるJAXAの役割・機能を強化し、スペース・トランスフォーメーションの加速を実現する。

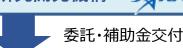
このため、民間企業・大学等が複数年度にわたる予見可能性を持って研究開発に取り組めるよう、新たな基金を創設し、産学官の結節点としてのJAXAの戦略的かつ弾力的な資金供給機能を強化する。

### 【スキーム (イメージ)】

内閣府・総務省・文科省・経産省



宇宙航空研究開発機構





民間企業・大学・国研等

# 基本的な考え方 ①

● 既存の取組に加えて、我が国として民間企業・大学等が複数年度にわたって大胆に研究開発に取り組めるよう、新たな基金を創設し、民間企業・大学等による先端技術開発、技術実証、商業化を強力に支援。

# 

(3Areas)

探查等

衛星等

基金造成

宇宙航空研究開発機構



委託・ 補助金交付 民間企業、スタートアップ、 大学・国研等





#### 【技術開発支援の出口】

- 市場の拡大
  - 宇宙関連市場の開拓や市場での競争力強化を目指した技術開発を支援
- 社会課題解決
  - 社会的利益の創出等を目指した技術開発を支援
- フロンティア開拓

革新的な将来技術の創出等に繋がる研究開発を支援

### 事業全体の目標(3 Goals)

 宇宙関連市場の拡大 (2030年代早期に 4兆円⇒8兆円等)

- ② 宇宙を利用した 地球規模・社会課題解決 への貢献
- ③ 宇宙における知の探究 活動の深化・基盤技術 力の強化

## 基本的な考え方 ②

● 事業全体の目標達成に向け、各分野において宇宙関連の他の施策との相乗効果を図りつつ、以下の 方向性に沿った技術開発を推進する。

## 輸送

- ✓ 国内で開発された衛星や海外衛星、多様な打上げ需要に対応できる状況(例えば、2030年代前半までに基幹ロケット及び民間ロケットの国内打上げ能力を年間30件程度確保)を見据え、低コスト構造の宇宙輸送システムを実現する。
- ✓ そのための産業基盤を国内に構築し自立性及び自律性を確保するとともに、新たな宇宙輸送システムの実現に必要な技術を獲得し我が国の国際競争力を底上げする。

## 衛星等

- ✓ 国内の民間事業者(スタートアップ含む)による小型〜大型の衛星事業(通信、観測等)や軌道上サービス等による国際競争力にもつながる自律的な衛星のシステムを実現する(例えば、2030年代早期までに国内の民間企業等によるシステムを5件以上構築)。
- ✓ そのための産業基盤を国内に構築し自立性及び自律性を確保するともに、革新的な衛星基盤技術の獲得により 我が国の国際競争力を底上げする。
- ✓ また、上記衛星を含む衛星システムの利用による市場を拡大する。

### 探查等

- ✓ 月や火星圏以遠への探査や人類の活動範囲の拡大に向けた我が国の国際プレゼンスを確保する(例えば、2030年代早期までに、我が国の民間企業等が月や火星圏以遠のミッション・プロジェクトに新たに10件以上参画)。
- ✓ 2030年以降のポストISSにおける我が国の民間事業者の事業を創出・拡大する(例えば、2030年代早期までに地球低軌道を活用したビジネスを10件以上創出)。
- ✓ また、これらの活動機会を活用し、太陽系科学・宇宙物理等の分野における優れた科学的成果の創出や、国際 的な大型計画への貢献にもつなげる。

80

## 基本的な考え方 ③

- 事業全体の制度設計については「基本方針」、各技術開発テーマの目標、内容について「実施方針」 においてその具体的事項を記載する(以下に、項目案を記載)。
- 本事業の技術開発テーマの設定にあたっては宇宙技術戦略(「宇宙輸送」「衛星」「宇宙科学・探査」)で抽出された技術項目を参照する。
- その上で、JAXA主体の研究開発ではなく、民間企業・大学等が主体となって技術開発を推進することにより、事業全体の目標や各分野の方向性に貢献することが期待できるか、その道筋が示されているかという観点から資源配分を精査し、技術開発テーマを設定する。

### 基本方針

- 事業の目的・概要
- 事業全体の目標、3分野の方向性
- 技術開発テーマ設定の考え方
- 支援の基本的な考え方 (タイプ別の委託・補助の別 等)
- 対象事業者の考え方(利益相反 等)
- JAXAにおける審査・支援体制
- JAXAにおける研究開発マネジメント (ステージゲート評価の設定等)
- 政府におけるフォローアップ
- 各種根幹規定(執行関係、ロケット利用等)

### 実施方針

- 技術開発テーマ名 ※以下、技術開発テーマ毎に定める。
- 背景・目的 (事業目標や3分野の方向性との関係含め)
- 当該テーマの成果目標、出口目標 (可能な限り定量的に)
- 技術開発実施内容
- 支援期間、支援規模
- 主な対象事業者の設定、評価の観点
- 委託・補助の別及び補助率等の設定
- 進捗管理・フォローアップの方向性 (ステージゲート評価のタイミング等)

#### 文部科学省

(宇宙開発利用分野における先端・基盤技術開発等の推進)

#### 経済産業省

(事業化に向けた研究開発の支援を通じた宇宙関連産業の振興)

#### 総務省

(宇宙分野における情報通信技術の開発・利用促進)

(事業全体の制度設計、宇宙技術戦略のローリング等)

## 宇宙技術戦略(案)の概要

- 「宇宙基本計画」(令和5年6月13日閣議決定)に基づき、世界の技術開発トレンドやユーザーニーズの継続的な調査分析を踏まえ、安全保障・民生分野において横断的に、我が国の勝ち筋を見据えながら、我が国が開発を進めるべき技術を見極め、その開発のタイムラインを示した技術ロードマップを含んだ「宇宙技術戦略」を新たに策定した。
- 関係省庁における技術開発予算や新たな「宇宙戦略基金」を含め、今後の予算執行において参照していくとともに、毎年度最新の状況を踏まえたローリングを行っていく。
- 必要な宇宙活動を自前で行うことができる能力を保持(「自立性」の確保)するため、下記に資する技術開発を推進:
  - ①我が国の技術的優位性の強化
  - ②サプライチェーンの自律性の確保 等

### 衛星

防災・減災、国土強靭化や気候変動を含めた地球規模問題の解決と、民間市場分野でのイノベーション創出、SDGs達成、Society5.0実現をけん引:

- ① 通信
- ② 衛星測位システム
- ③ リモートセンシング
- ④ 軌道上サービス
- ⑤ 衛星基盤技術



大容量のリアルタイム伝送を 可能にする光通信

### 宇宙科学·探查

宇宙の起源や生命の可能性等の人類共通の 知を創出し、月以遠の深宇宙に人類の活動領 域を拡大するとともに、月面探査・地球低軌道 活動における産業振興を図る:

- ① 宇宙物理
- ② 太陽系科学·探查
- ③ 月面探查·開発等
- ④ 地球低軌道・ 国際宇宙探査 共通



JAXA/TOYOTAが研究開発中 の有人与圧ローバ(イメージ)

### 宇宙輸送

宇宙輸送能力の強化、安価な宇宙輸送価格の実現、打上げの高頻度化、多様な宇宙輸送ニーズへの対応を実現:

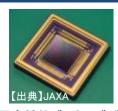
- ①システム技術
- ②構造系技術
- ③推進系技術
- ④その他の基盤技術
- ⑤輸送サービス技術
- ⑥射場・宇宙港技術

CALLISTO(カリスト)プロジェクト: 日・仏・独の宇宙機関共同で、2025年度 にロケット1段目の再使用を実施予定

## 分野共通技術

上記の衛星、宇宙科学・探査、 宇宙輸送分野共通となる技術 について、継続的に開発に取り 組むことが、サプライチェーンの 自律性確保、国際競争力強 化の観点から不可欠:

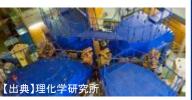
- ① 機能性能の高度化と柔軟性を支えるハード ウェア技術(デジタルデバイス等)
- ② 小型軽量化とミッション高度化を支える機械 系基盤技術(3Dプリンティング等)
- ③ ミッションの高度化と柔軟性を支えるソフトウェア基盤技術(AI、機械学習等)
- 開発サイクルの高速化や量産化に資する開発・製造プロセス・サプライチェーンの変革
- ⑤ 複数宇宙機の高精度協調運用技術



宇宙用高性能デジタルデバイスマイクロプロセッサー



製造試験ラインを自動化 しているOneweb衛星



COTS品の活用に重要となる 耐放射性試験等の環境試験

## スケジュール

2月6日(火) 宇宙政策委員会

宇宙戦略基金の今後の検討の方向性(基本的な考え方)を提示 (内閣府宇宙開発戦略推進事務局)

3月中 宇宙技術戦略の策定

(宇宙政策委員会決定)

2月~4月 内閣府において事業全体の制度設計を定める基本方針の検討

総務省・文科省・経産省において、有識者会議の議論を踏まえつつ、

技術開発テーマの目標、内容を定める実施方針の検討を進める

4月以降 宇宙政策委員会の議論を踏まえつつ、基本方針及び実施方針の決定

基本方針及び実施方針に基づき、

JAXAにおいて審査・運営体制の整備や公募要領等の準備を進め、

公募開始