

第104回宇宙政策委員会 総合的基盤の強化に関する参考資料集

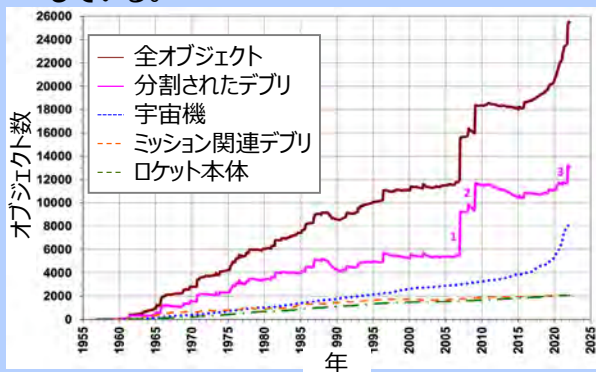
宇宙利用の拡大に伴う軌道上の衝突リスクの問題

宇宙利用の拡大によるデブリや人工衛星の増加に伴い、軌道上における物体の衝突リスクが高まっており、政策的なルール整備と技術開発による対応が進められている。

軌道上の衝突リスクの増加

スペースデブリ・人工衛星の増加

- 運用終了や故障により役目を終えた人工衛星やロケット上段、それらの爆発や衝突で生じた破片などがデブリとなっている⁽¹⁾。
- デブリの数
 - NASAの把握オブジェクト数：25,000個超⁽²⁾
 - センチメートル級を含めた数：100万個近く⁽³⁾
- 多数の小型衛星を一体的に運用するコンステレーションや、民間企業や宇宙参加国の増加などで、宇宙環境は加速的に悪化している。



地球周回軌道上の物体数の推移

Source: NASA, 英国政府

(1) 地球周回軌道に存在するか大気圏再突入中の機能していない人工物体やそれらの破片や構成要素（国際機関間スペースデブリ調整委員会（IADC）による定義）。

(2) NASA Orbital Debris Quarterly News Vol.26 Issue 1

(3) ESA Space debris by the numbers (2022年1月時点)

デブリをめぐる各国の主な動向

米国政府：デブリ除去を含む軌道上サービス

- ISAM国家戦略として、技術開発から産業化、インフラ構築も含んだ戦略を策定。
- *In-Space Service, Assembly and Manufacturing
- 軌道デブリ実施計画として①デブリ低減、②現状のデブリの評価・トラッキング、③デブリ除去の3本柱からなる行動計画を策定

米連邦通信委員会(FCC):25年ルール見直し

- FCCデブリ低減ガイドラインに関し、従来、運用終了後25年以内の軌道離脱を民間衛星事業者に求めていたルールを、軌道上の機数増加に伴い、5年以内に短縮する命令を发出。

ESA: “Net Zero Pollution”推進

- ESA長官が、2030年までにNet Zero Pollutionとして、打上数とデブリ除去数をバランスさせる政策を実施することを表明。
- Clearspace-1やSunriseなどの、デブリ除去プログラムを主導。

英国：宇宙サテライトリテリの包括的推進

- 宇宙戦略のNational Space Strategyでデブリ除去を記載したのに加え、担当大臣が宇宙サテライトリテリ計画策定を表明し、デブリ除去実証COSMICプログラムを推進する等、戦略～実行まで取り組んでいる。

日本の取り組み

商業デブリ除去実証 CRD2

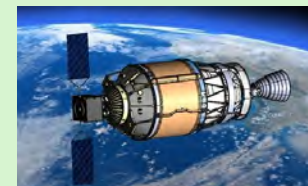
- 深刻化するデブリ問題の改善に効果的な大型デブリ除去技術の獲得と日本企業による新たな市場獲得を目的とした、JAXAの新しい取組。
- Phase I キー技術実証：2023年打上予定。非協力的ターゲットへのランデブ、大型デブリへの接近、近傍域の画像取得（アストロスケール社を採択）。

Phase I 衛星のイメージ図



- Phase II デブリ除去実証：2025年度以降打上。大型デブリの捕獲・除去（フロントローディング技術検討契約相手として川崎重工業社及びアストロスケール社を選定）。

Phase II 衛星のイメージ図



宇宙交通管理に関わるルール作りの取組

- ◆ 昨今の宇宙開発利用の急速な進展により、軌道上の物体の衝突リスクが高まっており、長期的には宇宙の持続的かつ安定的な利用に支障が生じる懸念がある。
- ◆ このため、国際的な議論や我が国における対応状況等を踏まえ、国際社会に対して効果的に取組を行っていくことが重要である。

内閣府では、宇宙政策担当大臣を座長とした宇宙交通管理に関する関係府省等タスクフォースを設置。

◆ 構成員

内閣府特命担当大臣（宇宙政策）（座長）

宇宙政策を担当する内閣府副大臣、内閣府大臣政務官、
科学技術政策を担当する内閣府副大臣

各省副大臣（総務省、外務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、環境省、防衛省）

- ◆ 令和4年3月28日付で軌道利用のルール作りに関する中長期的な取組方針を取りまとめた。
取組方針においては下記の分野ごとに、国際的なルール形成の状況を踏まえつつ、それぞれの実情に即したアプローチを採用し、他国に先駆けて主体的に軌道利用に関するルール作りに取り組むこととしている。

1. 航行時の衝突防止
2. SSAの構築・活用
3. デブリ抑制の推進
4. ラージコンステレーション

欧州戦略文書における技術開発の戦略目標

EUやESAでは、宇宙技術や衛星データが欧州における産業競争力を支えていくことになるという共通認識に基づき、具体的なプログラムや注力する技術開発の領域にも言及した上で、今後の戦略目標を掲げている。

欧州の戦略文書

EU「Space Strategy for Europe」(2016年)

EU初となる包括的な宇宙戦略ビジョンであり、今後10～15年間に及ぶEUの宇宙活動への方向性や目標が提示された。

ESA「ESA Agenda 2025」(2021年)

米中との宇宙開発競争に劣後しないことを目的に、欧州の宇宙開発において求められる当面の優先事項5つと、今後4年間にかけたビジョンが定義された。

ESA「ESA'S TECHNOLOGY STRATEGY」(2022年)

宇宙を取り巻く外部環境分析や各種ニーズの分析を踏まえた上で、今後注力していく技術領域（Competence Domain）を指定している。

宇宙技術開発が目指す目標・方向性

- 欧州のサブライチェーンの脆弱性に対処するプログラムを優先
 - ディスruptiveな技術を含め、長期的なR&Dニーズを支援
 - 産業プロセス等の開発、軌道上実証等の技術熟度向上に向けた支援
 - 宇宙研究を地球規模問題・環境問題等の他分野と融合
 - 産業界及びイノベーションに携わる人々との定期的な対話の場の設置
 - European Structural Investment Fundsとイノベーション支援を実施
 - 宇宙・地球観測の新たなスキル要件に対処するため産学官連携
- 宇宙輸送の急速なイノベーション推進と新興産業アクター参加の奨励
 - 通信・測位・観測の相乗効果でグリーン・デジタルアジェンダに貢献
 - 通信：高速で暗号化されたセキュアなデジタルコネクティビティ実現
 - 測位：付随するダウンストリームアプリケーション・サービスとともに、2024年までに第2世代Galileo初号機の打上げを実現
 - 観測：ニュースペースと商業化を強力に支援、コペルニクス・センチネル等を補完する中小型商用コンステレーション開発推進
 - 月面大型ロボットミッション、火星探査（ExoMars、サンプリング）を実施
 - イノベティブな推進、軌道上サービス・建設、量子技術について新規取組推進

ESAが抱えるミッションニーズを踏まえ、以下技術領域に対する取組を強化：

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| ① 電子電気、コンポーネント、フォトニクス等 | ⑥ アストロダイナミクス、デブリ、宇宙環境 |
| ② 構造、機構、材料 | ⑦ 推進系、宇宙輸送機、再突入機 |
| ③ アビオニクスシステム | ⑧ 地上データシステム、ミッション運用 |
| ④ RF、光学システム等 | ⑨ デジタルエンジニアリング |
| ⑤ 電氣的アーキテクチャ、パワー・エネルギー、電磁環境 | ⑩ 生命・物理科学実験、生命維持、ロボティクス・自律 |

出所)

1. EC, [Space Strategy for Europe](#), [ESA'S TECHNOLOGY STRATEGY](#)
2. ESA, [ESA Agenda 2025](#)

米国戦略文書における技術開発の戦略目標

米国ホワイトハウスや商務省がそれぞれ掲げている戦略文書の中では、技術開発そのものを目標とはせず、その先にある商業化や政府利用を見据えながら取組を進めていくことの必要性・重要性を謳っている。

米国の戦略文書	宇宙技術開発が目指す目標・方向性
<p>ホワイトハウス「National Space Policy」(2020年) 今後の宇宙活動に係る方向性全般を示す文書として、商業宇宙産業の促進、月・火星探査、米国及び同盟国の利益保護、といった観点に対するコミットメントが提示された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>民間産業を振興</u>し、そのインセンティブを高める ● <u>国家による宇宙の平和利用</u>の権利を奨励・支持 ● <u>国際協力</u>の主導・奨励・拡大 ● <u>安全、安定、安心、かつ持続可能な環境</u>を作る ● <u>国家の重要な機能の保証</u>を高める ● <u>深宇宙へ人類の経済活動の拡大</u> ● <u>全人類の生活の質を向上</u> ● <u>米国リーダーシップの維持・拡大</u>
<p>ホワイトハウス「United States Space Priorities Framework」(2021年) バイデン新政権により発表された、今後の国家宇宙政策や戦略を策定・実施していくための指針として提示された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>宇宙探査と宇宙科学</u>におけるリーダーシップの維持 ● 気候変動対策の支援に向けた<u>地球観測能力の開発と利用推進</u> ● 競争力があり急成長する<u>商業宇宙部門を振興する政策・規制環境の推進</u> ● 米国宇宙関連の重要インフラにおける<u>安全性の強化</u> ● 拡大する<u>対宇宙兵器に対する安全保障の確保</u> ● <u>次世代への投資</u> (STEM教育等)
<p>商務省「U.S. DoC Strategic Plan 2022 –2026」(2021年) 宇宙含め、商務省が2022年から2026年の5年間で取り組んでいく戦略目標が提示された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>商業宇宙イノベーション</u>を促進 ● <u>地球観測機能の開発・利用・応用</u>を促進し、官民によるより良い意思決定を支援
<p>NASA「NASA Strategic Plan 2022」(2022年) 未来社会に対するNASAとしてのビジョンを踏まえた今後の活動方向性、並びに戦略的目標が提示された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たな科学的発見による<u>人類の知の拡大</u> ● 持続可能な長期探査、開発、利用を目的とした<u>人類の活動圏拡大 (月と火星)</u> ● 経済成長の促進、並びに国家的課題への対処のための<u>イノベーション推進</u> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 革新的な宇宙技術を開発・推進

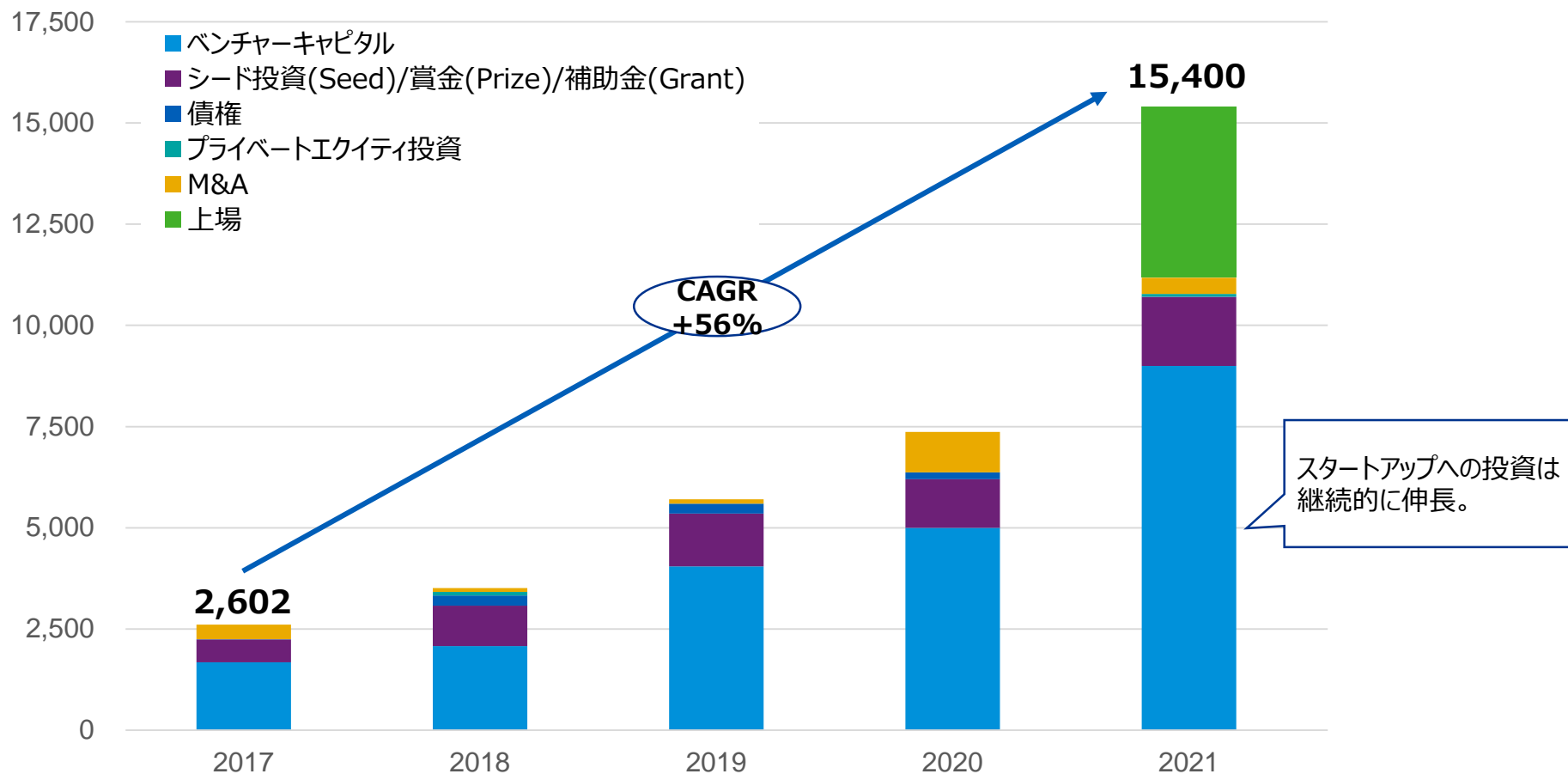
出所)

1. The White House, [National Space Policy](#), [United States Space Priorities Framework](#)
2. U.S. Department of Commerce, [U.S. Department of Commerce Strategic Plan | 2022 – 2026](#)
3. NASA, [NASA Strategic Plan 2022](#)

宇宙業界への投資トレンド

コロナ禍でも宇宙業界に対する投資は継続的に伸長。

資金提供種別に応じた宇宙業界への投資（2017-2021年、百万\$）



Source: Bryce "START-UP Space (2020, 2021, 2022)、Space Capitalより作成

