

軌道利用のあり方に関する 検討状況について

令和3年5月25日

内閣府宇宙開発戦略推進事務局

「今後の取組方針」(スペースデブリタスクフォース第4回大臣会合申合せ)

1 軌道利用に関する標準等の形成に向けた取組

宇宙交通管理のうち、**軌道の設計、運用、退去その他の軌道利用のあり方について**、我が国として国際的な標準又は規範の形成を追求していくべき事項及びその内容並びにその形成を主導していくための戦略を**ワーキンググループを中心に検討**し、令和3年度中を目処として、中長期的な取組方針を策定することを目指す。

2 デブリ低減に関する我が国の主体的・先行的取組

スペースデブリに関し、関係省庁等は以下の措置に積極的に取り組む。

- (1) 政府衛星が運用終了後にデブリ化することを抑制するため、低軌道衛星について、軌道を離脱させるか、軌道に残存すると予想される期間が25年以内である軌道に移動させることを定めた国際ルールの遵守に加え、可能な限り、運用終了後に衛星を制御して、大気圏に突入するまでの期間を短縮させる。
- (2) 今後打上げを行う政府衛星に対して、技術の開発状況等に応じて、デブリ化等をより確実に抑制するための対策を、あらかじめ最大限講じる。
- (3) デブリ除去の実現に向けて、JAXAが令和4年度に計画している商業デブリ除去関連技術実証の実施までに、前記1の検討の一環として、**軌道上サービスを行うに当たって共通に従うべき我が国としてのルールを検討**する。

軌道利用のルール作りに取り組む意義

宇宙空間の安定的かつ持続可能な利用

軌道利用の安心・安全

宇宙交通管理

把握
解析
警報

原則
標準
規制

調整手段
調整チャンネル

宇宙状況把握
宇宙状況監視

軌道利用の
ルール

軌道利用の調整

目的

柱となる
手段

国際的なルール作りの状況

拘束力のある国際約束

宇宙条約、宇宙損害責任条約、宇宙物体登録条約等

非拘束的な国際的指針・勧告・宣言

国連スペースデブリ低減ガイドライン、
国連長期持続性（LTS）ガイドライン等

行動規範や標準の形成につながる優良事例の蓄積

軌道利用のルール一般の範囲

宇宙交通管理^(注)

(注) 宇宙空間利用の安全性・安定性・持続可能性を強化するために諸活動を計画、調整、調和させること(Space Policy Directive-3 (June 18, 2018))。

軌道利用ルール (軌道の計画・運用・退去)

軌道利用のルール (軌道アクセスを認める構造・機能・性能)

衝突しない

- 接近しすぎない
- 確実に回避する

大型デブリにならない

- 制御を失わないものにする
- 再突入等を安全・確実に行う

デブリを放出しない

- 飛散せず破砕しにくいものにする

既存デブリを減らす

- 危険性の高いものを除去する

スペースデブリ対策



対デブリ・デブリ同士も含め衝突リスクを低減

デブリの新規発生を抑制しつつ削減も推進

宇宙空間の長期持続的・安定的利用

資料源：【左図】 Stefan Morrell, *National Geographic* (qtd in Daniel Clery, "Space junk: Catastrophe on the horizon", *COSMOS* (17 August 2015)).

【右図】 青木広太郎他「ロケット上段計測システム及び小型デブリ除去衛星の概念検討」『第7回「スペースデブリワークショップ」講演資料集』(2016年10月)。

軌道上サービスのルール作りの必要性①



最大限活用

人工衛星の不利点

- 高単価
- 故障、燃料切れ、陳腐化でお役御免

- 多機能・高機能化
- 高信頼性
- 長期に大事に使う
- 軌道上での機能更新・変更も



- 更に高単価

軌道上サービスの
ニーズ

点検
寿命延長
補給
修理
機能付加

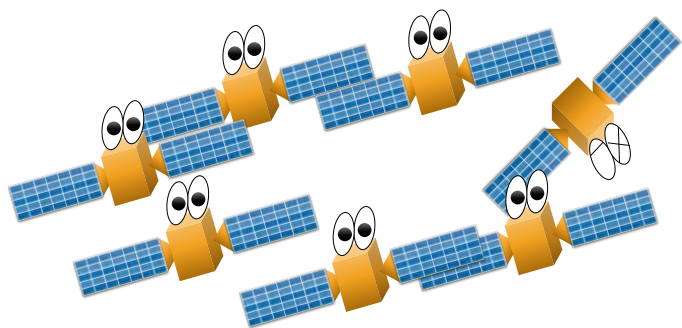
長持ちしない前提で
費用対便益をバランス

- 低単価
- 少機能・低機能



- 運用主体・運用数の拡大
- 故障・陳腐化等時は廃棄／交換
- コンステ化で別の価値を追求

除去



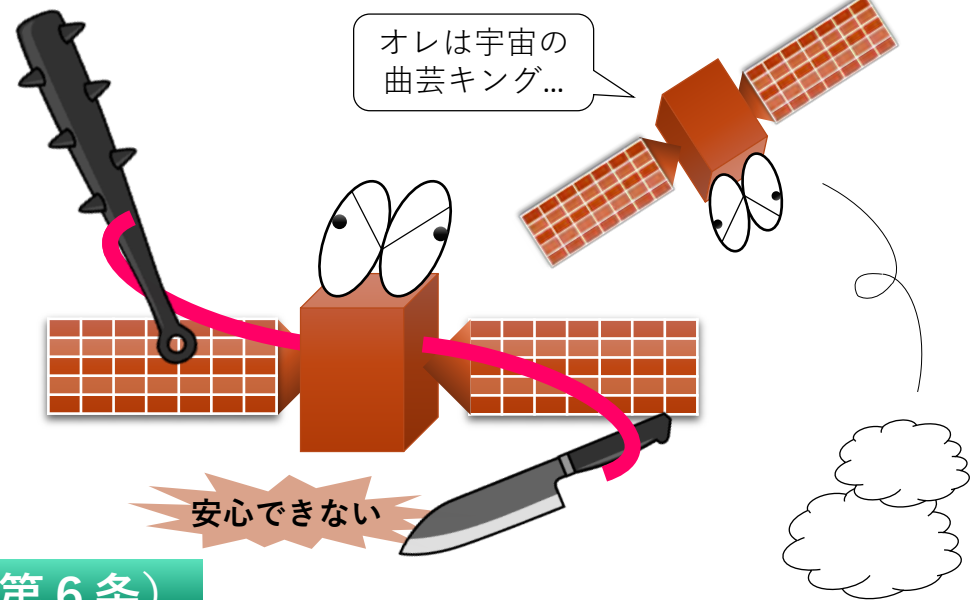
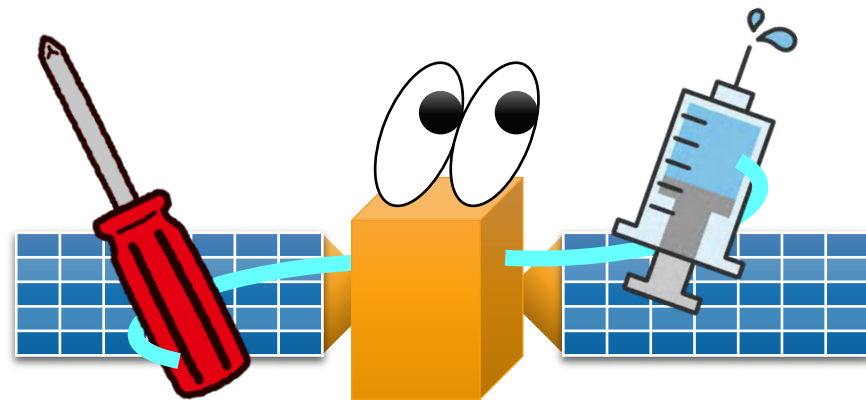
軌道上サービスのルール作りの必要性②

「サービス衛星」の「正」「邪」は使い方次第

軌道上サービス

有害な干渉のおそれ

安全でない



非政府団体の活動も国の責任（宇宙条約第6条）

適切な国内法制上の措置を講じ、

国の適切な監督下における、正当かつ平和的な意図・目的による、技術的に安全な実施
を確保する国際的な責任

【参考1】 スペースデブリとは？

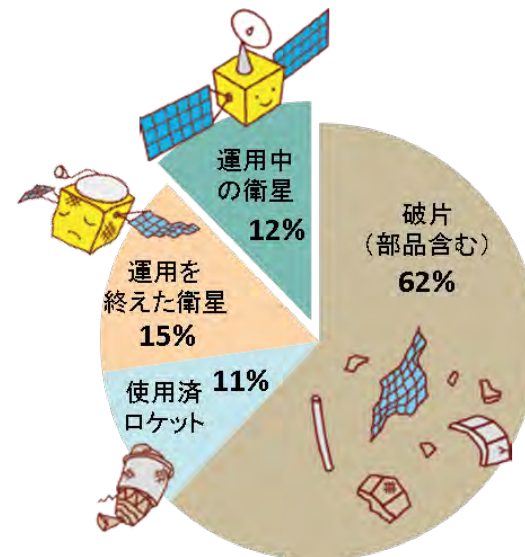
スペースデブリ（宇宙のゴミ）
= 軌道上にある不要な人工物体の総称

- 使用済み又は故障した人工衛星・ロケット上段
- 運用後の残推薬による爆発・衝突により発生した破片
- ミッション遂行中に放出された部品：分離機構部品など

スペースデブリの数

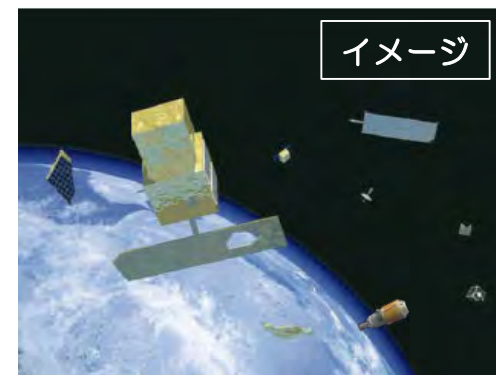
- 米宇宙軍が、観測結果を基に名称・所有国・軌道情報等を公開
- カタログ化された軌道上物体：**21,901個***
(* U.S. SPACE SURVEILLANCE NETWORK, 05 Jan 2021)
- 衝突速度は**約10~15km/s**（ライフル銃は約1 km/s)

100mm以上	2万個	壊滅的破壊+大量破片発生
10mm以上	50~70万個	ミッション終了につながる破壊
1mm以上	1億個以上	故障



宇宙空間を飛翔する物体のうち、**88%がスペースデブリ**

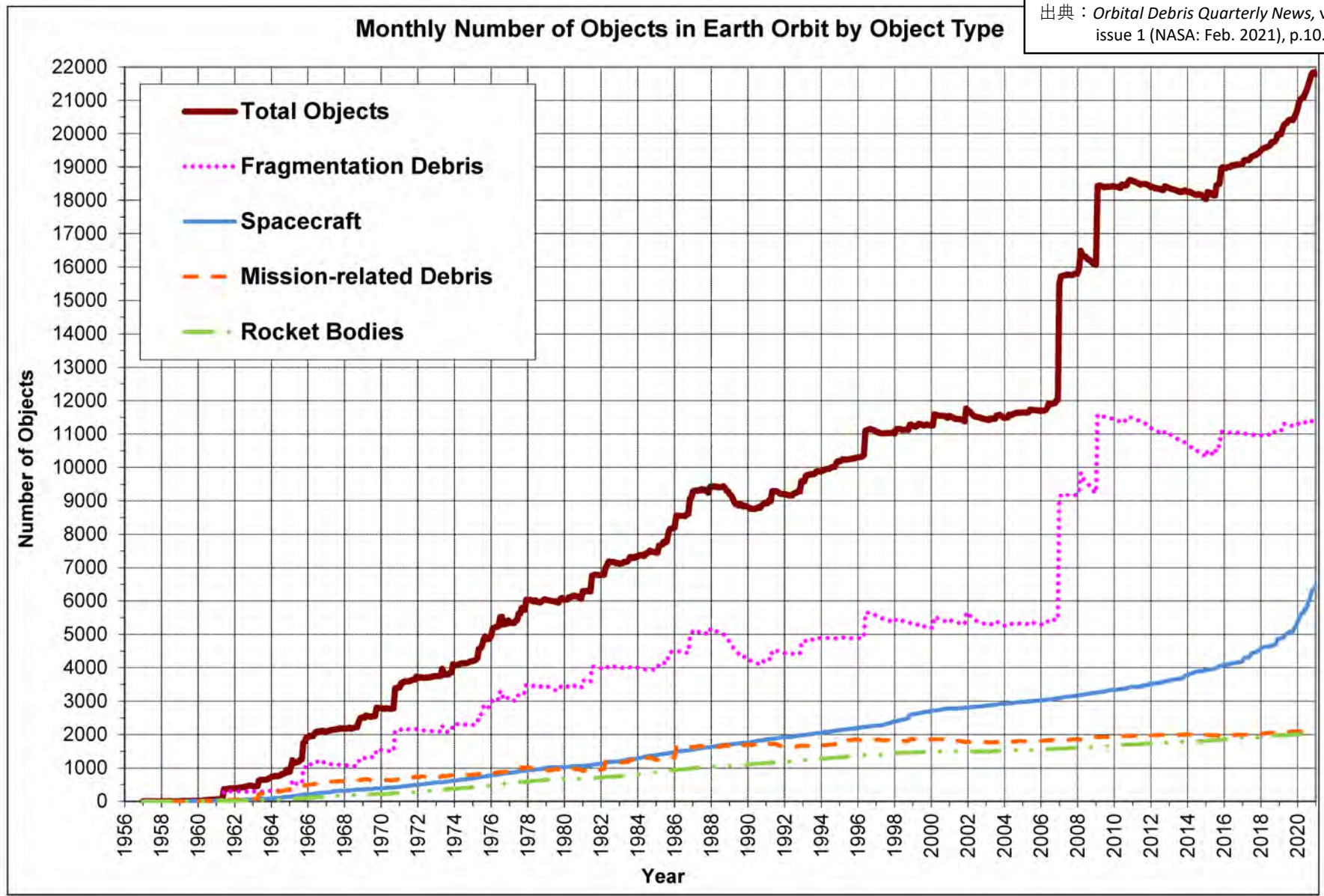
資料源：JAXA「宇宙の、今を把握する SSA」より引用
(数値は2020年1月Space-Track.org/CelesTrackより)



【参考 2】

近年におけるデブリの増加

出典：Orbital Debris Quarterly News, vol.25, issue 1 (NASA: Feb. 2021), p.10.



Monthly Number of Cataloged Objects in Earth Orbit by Object Type as of 5 January 2021. This chart displays a summary of all objects in Earth orbit officially cataloged by the U.S. Space Surveillance Network. "Fragmentation debris" includes satellite breakup debris and anomalous event debris, while "mission-related debris" includes all objects dispensed, separated, or released as part of the planned mission.

【参考3】 スペースデブリに関する今後の取組 (タスクフォース第2回大臣会合における申合せの概要)

1. 基本的な考え方

- 現状を悪化させないよう、可能なことから早急に取り組む。
- その際、リスクが高まる混雑化軌道において、影響が大きなデブリ向けの対策に留意して対応する。
- 国際的なリーダーシップの発揮に努め、諸外国と連携して推進する。
- 我が国宇宙産業の競争力に留意して、産学官の共通認識・相互協力のもとで推進する。
- 国内外でデブリ対策に取り組んできた宇宙航空研究開発機構(JAXA)の知見・ノウハウを有効に活用する。

2. 今後の取組の方向性

(1) デブリ観測・予測能力の向上

宇宙状況把握(SSA)等デブリの観測能力向上のための技術開発、宇宙環境モデル及びデブリ推移モデルの改良に向けた取組を推進。

(2) デブリ低減の対策

(a) デブリ発生抑制

- ①宇宙物体登録、衛星からの部品・破片の放出抑制及び運用終了措置等への対応を促進。
- ②軌道投入ロケット由来のデブリ低減に向けた対応方針を整理。
- ③デブリ対策実施のインセンティブにつながる制度導入を推進。
- ④衛星自身のデブリ化等を抑制する耐デブリに関する標準等の周知・活用を促進。

(b) デブリの削減

衝突危険性の高いデブリの除去(Reduce)、軌道上アセットの有効活用につながる修理(Repair)、燃料補給(Refuel)等を実現する技術開発・実証(デブリ接近技術、デブリ捕獲技術、デブリ除去衛星による大型デブリ軌道変換技術等)を推進。

米国が地上監視データから公表している軌道上物体の数
宇宙空間におけるスペースデブリの割合



(c) デブリとの衝突回避

SSAシステムの整備・運用体制の構築、国内外のSSA関係機関間の連携強化等。

(3) 国際的なルール整備

(a) 国際的なルール、ガイドライン、標準の実施促進等

- ①国連宇宙平和利用委員会や宇宙機関間で合意されたガイドラインの実施を働きかける。
- ②デブリの低減・発生防止等の国際的なルール作り・標準化作業に貢献。
- ③宇宙交通管制や軌道上のサービス等、宇宙活動に関する新たなルール作りの動向を把握・対応。

(b) 国内ルールの整備

新たなルールの検討状況、国内宇宙産業の競争力・事業者の状況を十分に踏まえて、適切に検討。

(4) 広報・啓蒙活動

国際会議の場も活用したデブリ対策の働きかけと国民への正しい認知の醸成を図るとともに、事業者へのデブリ対策を徹底。