

人工衛星やロケットの開発・製造・運用を行う方へ

スペースデブリを増やさないために

～安全で持続的な宇宙空間を実現するための手引書～

2024 年〇月

内閣府宇宙開発戦略推進事務局

目次

1. はじめに	3
2. 定義	4
2.1. 用語の定義	4
3. スペースデブリを増やさないために	7
3.1. 宇宙システムを計画するとき	7
3.1.1. 他の物体との衝突リスクを下げる	7
3.2. 宇宙システムを作るとき	7
3.2.1. 他の物体との衝突リスクを下げる	7
3.2.2. 不要な物体を放出しないようにする	8
3.2.3. 他の人工衛星に干渉し、危険にさらさないようにする	8
3.2.4. 破砕しないようにする	9
3.2.5. 大気圏に再突入する際に地上の第三者に損害を与えないようにする	9
3.3. 宇宙システムを運用するとき	10
3.3.1. 宇宙システムの運用中の破砕を防ぐ	10
3.3.2. 軌道物体との衝突による破砕を防ぐ	10
3.3.3. 意図的破壊の禁止	10
3.3.4. 運用終了後の内部エネルギーによる破砕を防ぐ	10
3.4. 宇宙システムの運用を終了するとき	11
3.4.1. 基本的な考慮事項	11
3.4.2. 静止軌道域にある宇宙システムの運用を終了するとき	11
3.4.3. 低軌道域にある宇宙システムの運用を終了するとき	11
3.4.4. その他の軌道域にある宇宙システムの運用を終了するとき	12
3.5. 再突入・落下により宇宙システムを処分するとき	12
3.5.1. 地上の安全を確保する	13
3.5.2. 地上の環境を汚染しない	13
4. より詳しい対策方法を知るためには	14
4.1. 宇宙機関が公開している公開資料を活用しましょう	14

1. はじめに

昨今、世界的な宇宙開発利用の拡大に伴い、人工衛星やスペースデブリの数が急速に増えています。そうした中、宇宙空間を持続的に利用していくためには、人工衛星やロケットなどの開発や運用に取り組む私たち自身が、スペースデブリの増加を防ぐための措置をしっかりと講じていくことが必要不可欠です。

宇宙基本計画（令和 5 年 6 月閣議決定）においては、「宇宙空間の利用は、安全保障や経済・社会活動において不可欠なものとなっているが、小型衛星コンステレーションなどによる宇宙機やスペースデブリなどの宇宙物体の増加による軌道上の混雑化により、衛星同士の衝突や衛星とスペースデブリとの衝突などのリスクが増大している。また、破壊的な直接上昇型ミサイルによる衛星破壊実験、衛星同士のつきまといなどの脅威となる行為も懸念事項となっている」と指摘し、宇宙空間の安全で持続的な利用を実現するための対策が行うべきことが明記されています。

本書は、新たに人工衛星やロケットなどの開発や運用を行うことを計画している皆様に、スペースデブリの増加を防ぐための措置の全体像をご理解いただき、開発・製造・運用に役立てていただくことを目的として、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」）の制定している文書や国際機関間スペースデブリ調整委員会（Inter-Agency Space Debris Coordination Committee, 以下、「IADC」）の情報をもとに、内閣府宇宙開発戦略推進事務局において作成したものです。

なお、人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律（通称、宇宙活動法）における「人工衛星等の打上げに係る許可」及び「人工衛星の管理に係る許可」に関する審査においては、本手引書とは別の審査基準を用いて、スペースデブリの発生を効果的に防止することを具体的に確認します。本書は、あくまでもスペースデブリの発生を効果的に防止するための考え方や具体的手段の一例を示す参考資料として活用してください。

2. 定義

2.1. 用語の定義

本手引書で使用する用語の定義は以下のとおりです。

(1) 人工衛星

地球を回る軌道若しくはその外に投入し、又は地球以外の天体上に配置して使用する人工の物体をいいます。打上げ用ロケットは除きます。

(2) ロケット

人工衛星を搭載し、一定の速度及び高度に達した時点で当該人工衛星を分離することを目的とするロケットをいいます。

(3) 宇宙システム

打上げ用ロケットによって軌道に投入された人工衛星、打上げ用ロケットのようなものの総称をいいます。

(4) 運用終了

人工衛星については、廃棄作業へ移行する時点を含みます。また、ロケットについては、ペイロード分離後、軌道上デブリ発生の抑制の措置を講じた後の時点を含みます。ただし、制御再突入を行うロケットは除きます。

(5) 回収

宇宙システムを軌道上で捕獲し、地球上で回収することをいいます。

(6) 偶発的に破砕する確率

破砕を発生させる構成要素の故障率と運用期間の積を含みます。なお、スペースデブリやメテオロイドの衝突のような外部要因による破砕は除きます。

(7) 衝突回避能力

運用中に、接近注意報が出された軌道物体との衝突を回避できる能力を含みます。典型的なものとして、軌道の変更能力が該当します。

(8) スペースデブリ

地球周回軌道、月周回軌道、火星周回軌道、安定な地球-月ラグランジュ点、安定な太陽-地球ラグランジュ点にある無用な人類起源の物体を含みます。宇宙システムから分離する付属品、破砕により発生する破片、運用終了後の宇宙システムなどが含まれます。

(9) スラグ

固体推進薬が燃焼、溶融する過程で発生した残渣のうち、モータ外へ排出されたものをいいます。

(10) 正常な運用で分離する物品

宇宙システムの正常な運用に伴って設計上、計画的に軌道上に分離・放出される、締結具、保護具、下部フェアリング等の物品をいいます。ただし、経年劣化により剥離・分離する塗料等は含みません。

(11) 早期落下

宇宙システムを速やかに地球に向けて降下させて軌道から除去することをいいます。

(12) 廃棄作業

運用終了時に軌道環境の保全のために求められる、地球への制御再突入、静止軌道保護域以遠への排除、地球以外の天体を回る軌道への投入等、その他の終了措置をいいます。

(13) 廃棄成功確率

運用終了時に要求される破砕防止処置及び保護軌道域からの離脱を成功裏に遂行できる確率をいいます。

(14) 破砕

宇宙機等が軌道周回中に、内部エネルギーによる化学的爆発又は機械的破裂あるいは他の物体との衝突による機械的破砕等によりスペースデブリを発生する現象をいいます。なお、経年劣化等によるシステムの一部の離脱、剥離、落下中の空力破壊は含みません。

(15) 保護領域

現状において、特に利用頻度が高く、保全すべきと識別される軌道域をいいます。具体的には以下に示す低軌道保護域、地球 12 時間周期軌道域及び静止軌道保護域があります。

- a. 低軌道保護域：地球表面から 2,000 km の高度までの球状領域
- b. 地球 12 時間周期軌道域：高度 19,100 km 以上、23,500 km 以下の軌道域
- c. 静止軌道保護域：静止高度（およそ 35,786km） \pm 200km かつ緯度： \pm 15 度以内

(16) メテオロイド

宇宙に存在する自然起源の粒子をいいます。主として小惑星か彗星を起源とされています。

(17) 自然落下

軌道上物体が大気抵抗により自然に地球に向けて落下することをいいます。意図的に減速させて行う

早期落下や、落下時刻や破片分散域を管理する制御再突入とは区別します。

(18) 落下危険度

宇宙からの落下物が溶融せずに地球上へ衝突した場合の、地球上に与える危険性の尺度をいいます。具体的な評価指標としては、落下物の面積と地表の人間が占める面積を考慮して算出する危険面積、これをもとに算出する傷害を受けるおそれのある人の総数（以下「傷害予測数」といいます。）があります。

3. スペースデブリを増やさないために

スペースデブリを増やさないようにするためには、人工衛星やロケット（以下、これらをまとめて「宇宙システム」といいます。）を作る人と運用する人がしっかりと対策に取り組んでいくことが必要不可欠です。

本項目では、どのような対策を行えばよいかについて、宇宙システムのライフサイクルに沿って、計画するとき、作る時、運用するとき、運用を終了するときの4つの段階に分けて紹介します。本項目を参考に、スペースデブリの発生を最小限に留めるために実行可能な計画を早い段階で立案し、宇宙システムの仕様や運用計画に盛り込むことを推奨します。また、開発・運用の一部を外部に委託する場合には、委託先にも計画に沿った管理計画の作成と遵守を求めることを推奨します。

3.1. 宇宙システムを計画するとき

スペースデブリを増やさないようにするためには、宇宙システムを計画する段階から対策に取り組むことが必要です。具体的には、下記に示すことを考慮した計画とすることを推奨します。

3.1.1. 他の物体との衝突リスクを下げる

- (1) 地球周回軌道で運用する人工衛星については、他の人工衛星との接近や衝突リスクの低減に配慮したうえで、投入する軌道を選定することを推奨します。
- (2) 静止軌道の人工衛星同士は、衝突による破壊の問題等を考慮して常に適切な相対距離を確保するよう運用を計画することを推奨します。
- (3) 静止軌道以外の地球周回円軌道で運用する人工衛星については、他の人工衛星との接近/衝突リスクの低減に配慮して軌道を選定することを推奨します。

3.2. 宇宙システムを作るとき

スペースデブリを増やさないようにするため、現在、JAXA などで行われている宇宙システムを作るときの対策としては、宇宙システムが他の物体に衝突しないようにする、不要な物体を放出しないようにする、破碎しないようにするなどがあります。また、宇宙システムの増加に伴い、宇宙空間だけでなく、地上の安全を守るための取組も重要性を増してきています。具体的には、下記に示すことを考慮した構造となるよう設計し、製造することを推奨します。

3.2.1. 他の物体との衝突リスクを下げる

- (1) 人工衛星に、スラスタなどの軌道変更可能な能力を付与することで、運用中に他の物体と接近した場合、回避することが可能になります。
- (2) 宇宙システムの地上からの視認性を高めることで、運用中の軌道をより高精度に把握することができるようになり、その結果、他の物体との接近解析や衝突回避を高精度に行うことが可能となります。このため、特に視認性に問題が生じるような人工衛星については、光学的又は電波的に反射や発信する手段を付与する手法も有効です。

3.2.2. 不要な物体を放出しないようにする

- (1) スペースデブリを増やさない観点から、打上げ後に軌道に残るロケット関連の物体（ロケット上段やその他の衛星支持構体等）は、可能な限り少なくすることが望まれます。また、現在、ISO 基準においては、打ち上げる人工衛星が 1 機の場合は 1 個までとし、人工衛星が複数の場合は 2 個までとすることを基準とされています。
- (2) ロケットと人工衛星の分離後に地球周回軌道に残る恐れのある締結具等は技術的、経済的に重大な問題が無い限り放出しない設計とすることを推奨します。
- (3) 人工衛星用の推進装置（静止衛星用キック・エンジンなど）は、分離しない構造とすることを推奨します。分離せざるを得ない場合は、3.4 項に合致した方法で廃棄することを推奨します。また、分離の如何にかかわらず液体式の推進装置については、運用終了時にただちに破砕の原因となりうる推進薬や電力などを除去することを推奨します。
- (4) 人工衛星を構成する機器は容易に離脱、飛散しないようにすることを推奨します。具体的には、アンテナ、太陽電池パネル、MLI（Multilayer Insulation: 多層断熱材）等の離脱、飛散等の防止のため、一定の耐性を有するようになります。耐性を評価する際には、人工衛星の打上げ環境（振動、衝撃及び気圧変化）への耐性も確認することを推奨します。
- (5) 人工衛星の分離・展開機構などを動作させる際にも、容易に機器等が飛散しないようにすることを推奨します。また、分離・展開させる際には、人工衛星本体の損傷や分離・展開物そのものの損傷により、機器等が飛散しないようにすることを推奨します。分離・展開の拘束を解除する機構については、例えば、火工品ボルトなどによる切断を行わない分離方法や、アンテナや太陽電池パネル等の展開時の締結具等の放出を防止するボルトキャッチャ、溶断したテグスが容易に飛散しないような構造・配置などの措置を講じることが有効です。
- (6) 計画的に物体を放出するミッションでは、分離物の面積/質量比や軌道寿命などの特性から軌道環境への影響を評価することを推奨します。
- (7) テザーなどの展開機構は、その有用性と他のシステムに与える影響を評価の上適切に用いることを推奨します。
- (8) 火工品（固体ロケットモータは除く）は、最大寸法で 1mm を超える燃焼生成物や破片類を地球周回軌道に放出しないものを使用することを推奨します。
- (9) 固体ロケットモータは、静止軌道保護域への 1mm 以上のスラグの放出を避けるように設計とすることを推奨します。また、低軌道保護域を汚染し得るスラグの放出を避けるよう考慮した設計とすることを推奨します。

3.2.3. 他の人工衛星に干渉し、危険にさらさないようにする

- (1) 人工衛星から機器を計画的に分離する場合は、他の人工衛星の運用に重大な支障を及ぼさないような仕組み・構造とすることを推奨します。
- (2) 他の人工衛星やスペースデブリなどに結合する場合は、他の人工衛星の運用に重大な支障を及

ばさないよう、機器・部品の離脱や飛散の防止などができる仕組み・構造とすることを推奨します。

3.2.4. 破碎しないようにする

運用中又は運用終了後に人工衛星が内部エネルギー（推進薬、バッテリー）や他の物体との衝突により破碎しないよう措置することを推奨します。

- (1) 人工衛星が運用中に破碎しないよう、信頼性と品質の管理を適切になされているか、人工衛星の設計段階から確認することを推奨します。

なお、人工衛星が運用中に偶発的に破碎する確率（偶発的破碎確率）については、国際的に、0.001 以下が基準値とされています。

- (2) 人工衛星の開発初期に軌道やサイズ、質量等を決定する際には、人工衛星の本体及び主要な大型コンポーネント（衛星バス、ペイロード・モジュール、太陽電池パドル、大型アンテナ等）が運用中にスペースデブリやメテオロイドと衝突し、原型をとどめないほどの破碎が発生する確率を評価することを推奨します。

また、人工衛星の高圧容器や推進薬タンクが微小なスペースデブリやメテオロイドによって完全に破碎される確率を評価し、必要があれば、それらの配置や防御設計に配慮することを推奨します。

なお、衝突リスクの評価及び防御設計に関する参考資料として、JAXA より第 5 項の JERG-2-144「微小デブリ衝突耐性評価標準」が公開されています。

- (3) バッテリーは、異常な内圧の上昇や破壊を引き起こさないよう、電氣的・機械的に適切な設計・製造が行われたものを使用することを推奨します。
- (4) 火工品は、太陽光等などによる温度上昇を考慮し、自然不発火保証温度に対して十分な余裕を確保することを推奨します。また、指令破壊受信器は、指令破壊の実行の可能性が無くなった時点で、速やかに誤爆を防止する処置を行うことを推奨します。
- (5) ヒートパイプなどの減圧できない圧力機器は、軌道上寿命期間の入熱を考慮して、破裂の危険性のない十分な安全率を有するものを使用することを推奨します。
- (6) ホイールなどの回転機器は、運用終了後に停止するものを使用することを推奨します。

3.2.5. 大気圏に再突入する際に地上の第三者に損害を与えないようにする

- (1) 大気圏通過後に溶融せず残る残存物による落下危険度（傷害予測数）を打上げ前に予測することを推奨します。なお、国際的には、1 回の落下について、傷害予測数が 0.0001 人未満とすることが基準とされています。

- (2) 人工衛星の運用終了後に自然落下させる場合、制御して再突入させる場合、どちらの場合も地上の落下危険度が十分小さくなるよう、溶融率が高い構造を目指して、最大限の努力を行うことを推奨します。

3.3. 宇宙システムを運用するとき

人工衛星やロケット等の宇宙システムを運用するときには、破砕や他の物体との衝突を防ぐことで、宇宙システム自身がスペースデブリ化しないようにする対策が必要です。具体的には、下記に示すことを考慮することを推奨します。

3.3.1. 宇宙システムの運用中の破砕を防ぐ

(1) 人工衛星の運用中の監視

人工衛星の運用管制においては、スペースデブリの大量発生に結びつく恐れのある推進系、バッテリー系、姿勢制御系等の異常の発生の監視を運用手順に含め、異常検知時には速やかな対策を採りえる体制を維持することを推奨します。

(2) 不具合発生時におけるスペースデブリの発生対策

運用中の人工衛星に不具合が発生し、破砕による新たなスペースデブリの発生を招く恐れがある場合、あるいは運用継続能力が失われると判断した場合は、回復の見込みがない限り、人工衛星に残ったエネルギー源（バッテリー、推進薬等）の除去、早期落下、又は保護領域からの排除を検討し、可能な範囲で実施することを推奨します。ただし、保護領域から人工衛星を排除する操作が破砕を誘発する恐れがある場合は、操作は実施しないことを推奨します。

3.3.2. 軌道物体との衝突による破砕を防ぐ

(1) 適切な運用の計画

静止軌道の人工衛星同士は、衝突による破砕のおそれを考慮して常に適切な相対距離を確保するよう運用を計画することを推奨します。

(2) 軌道が把握できる物体との衝突の回避

衝突回避能力を要する人工衛星は、運用中、他の宇宙物体と衝突する可能性を可能な限り監視し、衝突リスクが無視できない場合は、衝突を回避することを推奨します。

この衝突回避活動のためには、接近監視サービスを行う機関（例えば CS p OC 等）との連携が望まれます。

3.3.3. 意図的破壊の禁止

地球周回軌道上では宇宙システムを自らが意図的に破壊しないことを推奨します。

3.3.4. 運用終了後の内部エネルギーによる破砕を防ぐ

残留液体推進薬及び残留高圧流体に関する処置

運用を終了する宇宙システムは、軌道変更マヌーバにおいて、残留液体推進薬及び残留高圧流体を破砕の原因とならないまでに使いきるか、排出することを推奨します。あるいは残留液体推進薬及び残

留高压流体による破砕の可能性がないことを解析により検証することを推奨します。

3.4. 宇宙システムの運用を終了するとき

宇宙システムの運用を終了するときには、他の物体との衝突リスクを低減したり、宇宙システムの多い軌道への残存期間を短縮するための適切な措置を講じ、スペースデブリの増加を抑制することが必要です。また、宇宙システムを地球に落下させて廃棄する場合には、地上の安全を確保することも重要です。具体的には、下記に示すことを考慮することを推奨します。

3.4.1. 基本的な考慮事項

宇宙システムの運用を終了するときは、保護領域との干渉を抑え、かつ 3.3 項に沿って破砕の可能性を最小限に抑えることを推奨します。また、廃棄成功確率は、0.9 以上を目標とすることが国際的な基準値となっています。

3.4.2. 静止軌道域にある宇宙システムの運用を終了するとき

(1) 静止軌道保護域又は近傍にて運用を終了する宇宙システムは、静止軌道上の人工衛星との衝突を避けるため、少なくとも以下の二つのいずれかを満足するような軌道に移動させることを推奨します。

- ① 静止高度上空の最低近地点高度 $\Delta H(\text{km})$ 以下の軌道。この軌道へ移動させる際には、静止軌道上の人工衛星との衝突を避けるため、軌道移動後の初期の離心率は 0.003 以下とすることを推奨します。

最低近地点高度 $\Delta H(\text{km})$ の式：

$$\Delta H = 235 + 1,000 \times Cr \times A / m (\text{km})$$

Cr：太陽輻射圧係数

A：人工衛星の有効断面積 (m²)

m：人工衛星の質量(kg)

- ② 廃棄後の初期の離心率が 0.003 を超える場合は、長期的摂動力を考慮しても 100 年間静止軌道保護域と干渉しない軌道。

(2) 静止軌道近傍を通過する長楕円軌道（静止遷移軌道等）の宇宙システムは、遠地点高度が少なくとも 100 年間は静止軌道より 200 km 低い軌道域と干渉しないように計画することを推奨します。

3.4.3. 低軌道域にある宇宙システムの運用を終了するとき

低軌道保護域を通過する宇宙システムについては、新たなスペースデブリの発生を防ぐ観点から、運用終了後の低軌道保護域への滞在期間を可能な限り短くすることが望まれます。

このため、自然落下する場合の軌道寿命や傷害予測数を求め、これを前提として、3.5.1 項の地上安全の要求に考慮しつつ、以下の (1) ~ (5) のいずれかあるいは複数の措置をとることを推奨しま

す。軌道寿命は、月・太陽の引力、太陽活動の周期的変化、太陽輻射圧力等に起因する摂動効果を含めて計算します。

なお、以下(3)~(5)にて要求する 25 年の算定開始時点は、システムの特성에応じて以下とすることが一般的です。

- ① 異なる軌道へ移動し得る能力を有する宇宙システムについてはミッション終了時点から 25 年以内。
- ② 異なる軌道へ移動し得る能力を有しない宇宙システムについては軌道投入時点から 25 年以内。
- ③ 低軌道保護域上空で運用を停止し、その後降下して当該保護域と干渉する宇宙システムについては当該保護域と干渉を開始すると予測される時点から 25 年以内。

- (1) 回収：軌道上で別の宇宙システムを利用して回収し、保護領域より排除すること、又は、計画的に地上に落下させること。この際、分離物の発生がないようにするとともに、再突入前には分離・放出して軌道に残留する物体を最少にすることを推奨します。落下の際の地上安全は 3.5.1 項の要求を適用することを推奨します。
- (2) 制御再突入：地上の安全を保証する形態で、制御して再突入させること。落下の際の地上安全は 3.5.1 項の要求を適用することを推奨します。
- (3) 自然落下：大気抵抗により自然に落下させること。25 年以内に自然落下する場合はそのまま放置しても問題ありませんが、保護領域への滞在期間を可能な限り短くすることを推奨します。落下の際の地上安全は 3.5.1 項の要求を適用することを推奨します。
- (4) 軌道寿命の短縮：25 年以内に自然落下する軌道へ移動すること。落下の際の地上安全は 3.5.1 項の要求を適用することを推奨します。
- (5) 展開物による軌道寿命短縮：大気抵抗等の軌道減衰効果を増強する手段により 25 年以内に落下すること。落下の際の地上安全は 3.5.1 項の要求を適用することを推奨します。

3.4.4. その他の軌道域にある宇宙システムの運用を終了するとき

その他の軌道域で運用を終了する宇宙システムは、低軌道保護域における軌道寿命を短縮するためにマヌーバするか、又は利用率の高い軌道領域との干渉を引き起こす可能性がある場合は再配置することを推奨します。

また、高度 19,900 km 以上~20,500 km 以下の軌道域である 12 時間周期軌道域で運用する宇宙システムについては、運用終了後に当該運用域との干渉を避けるよう移動することを推奨します。

3.5. 再突入・落下により宇宙システムを処分するとき

宇宙システムを再突入・落下により処分するときには、下記に示すことを考慮することを推奨します。

3.5.1. 地上の安全を確保する

宇宙システムについて、制御して再突入させる、軌道寿命を短縮させる、又は自然落下させる場合は、地上の安全に考慮して以下の要求によることを推奨します。

- (1) 大気圏通過後の残存物（以下、「残留物」という。）による落下危険度（傷害予測数）を打上げ前に予測することを推奨します。1回の落下について、傷害予測数が国際的な基準とされている 1×10^{-4} 人以上となる場合は、安全な落下区域を設定して制御して再突入させることも含め、技術の現状及び海外の動向を踏まえつつ最大限の努力を行うことを推奨します。
- (2) 自然落下又は制御して再突入させる場合も、落下危険度が十分小さくなるよう溶融率が高い構造を目指して、技術の現状及び海外の動向を踏まえつつ最大限の努力を行うことを推奨します。

3.5.2. 地上の環境を汚染しない

宇宙システムを地球に向けて落下させて処分する場合は、落下物に放射性物質、有害物、その他の地上環境汚染物質が含まれていない、又はその影響が許容されるものとするを推奨します。

4. より詳しい対策方法を知るためには

4.1. 宇宙機関が公開している公開資料を活用しましょう

技術的な詳細を知るためには、JAXA や IADC で作成された文書を参考とすることを推奨します。

JAXA や各国の宇宙機関が長年に亘る衛星・ロケット・探査機等、様々な宇宙機の開発・運用により得た知見がインターネット上で一般向けに公開されていますので、主なものを下記に紹介します。

【JAXA 共通技術文書】

- ・ JAXA-JMR-003 : スペースデブリ発生防止標準
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JMR-003E.pdf>
- ・ JAXA-JMR-003-HB001 : スペースデブリ発生防止対策 設計・運用マニュアル (宇宙機編)
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JMR-003-HB001.pdf>
- ・ JAXA-JMR-003-HB002 : スペースデブリ発生防止対策 設計・運用マニュアル (ロケット編)
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JMR-003-HB002.pdf>
- ・ JAXA-JERG-2-144 : 微小デブリ衝突耐性評価標準
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-2-144.pdf>
- ・ JAXA-JERG-0-047 : 再突入機の再突入飛行に係る安全基準
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-0-047A.pdf>

【IADC 文書】

- ・ IADC-02-01 : IADC Space Debris Mitigation Guidelines
- ・ IADC-04-06 : Support to the IADC Space Debris Mitigation Guidelines