

軌道上サービスに共通に適用する我が国としてのルールについて

スペースデブリに関する関係府省等タスクフォース
軌道上サービスに関するサブワーキンググループ

令和3年5月17日

目次

はじめに.....	4
1 軌道上サービスのルールを巡る国際的な状況.....	5
(1) 軌道上サービスに関連する国際約束.....	5
ア 宇宙活動を行う国の責任.....	6
(ア) 監督責任.....	6
(イ) 打上げ国の損害責任.....	6
イ 宇宙物体を登録した国の権限.....	7
ウ 他国の利益に対する妥当な考慮、協議及び情報提供.....	9
(2) 国連における議論.....	10
ア 国連スペースデブリ低減ガイドライン（2007年）.....	10
イ 宇宙活動における透明性・信頼醸成措置に関する政府専門家会合報告書（2013年）.....	11
ウ 宇宙活動に関する長期持続可能性（LTS）ガイドライン（2019年）.....	11
(3) 各国等の取組状況.....	12
(4) 非政府国際団体等における議論.....	12
ア 商業的RPO及び軌道上サービスのための指針的原則（2018年）.....	13
イ 推奨される設計・運用の実行（2019年10月）.....	13
2 軌道上サービスの許可に直接に関わるルール.....	14
(1) 利用の目的・方法に係るルール【別冊第4項】.....	15
ア 対象物体に係る権利侵害の防止等【別冊第4.1項】.....	16
(ア) 所有者等の権利を侵さないこと【別冊第4.1.1項】.....	16
(イ) 登録国等の規制に抵触させないこと【別冊第4.1.2項】.....	16
(ウ) 損害リスク等に係る注意喚起【国の措置】.....	17
イ 構造又は管理計画に関連付けて要求されていない技術的な安全【別冊第4.2項】.....	18
ウ 許可及び実施の透明性【別冊第4.3項】.....	19
(ア) 情報開示等の必要性.....	19
(イ) 情報開示等の措置内容.....	22
(ウ) 情報開示等の要領.....	25
(2) 構造・管理計画に係るルール【別冊第5～6項】.....	28
ア 対象物体の設計情報等の確認【別冊第5.1項】.....	28
イ サービス衛星の構造【別冊第5.2項】.....	29
ウ サービス衛星の管理計画【別冊第5.3項】.....	30
(ア) 対象物体の軌道上における状態の把握【別冊第5.3.1項】.....	30
(イ) ランデブ等を実行する宙域の状況把握【別冊第5.3.2項】.....	30
(ウ) 軌道設定の原則及び例外【別冊第5.3.3～4項】.....	30

(エ) 捕獲・結合時における安定運用の確保【別冊第 5.3.5 項】	31
(オ) 運用段階移行に係る判断基準の設定【別冊第 5.3.6 項】	31
エ 構造又は管理計画により満足すべき要求	32
(ア) 故障モード等の識別及びリスク低減【別冊第 5.4 項】	32
(イ) 特定ミッション機器に係る安全対策【別冊第 5.5 項】	33
(ウ) サービス衛星の管理を保全するための要求【別冊第 5.6 項】	33
オ サービス衛星の管理等を実行する運用体制の構築【別冊第 6 項】	33
3 軌道上サービスに起因する損害賠償責任に関するルール	34
(1) 我が国における従来の議論	34
(2) 求償又は政府補償についての検討再開の必要性	35
ア 人工衛星の管理に起因する損害リスク	35
イ 国際比較及び産業振興	36
(3) 検討再開に向けた提言	37
ア 求償及び補償のあり方の一体的な検討	37
イ 求償制限・政府補償の選択的な適用	38
4 軌道上サービスに関するその他のルール	38
(1) 我が国の許可に係らない軌道上サービスへの対応	38
ア 我が国の許可を得ない打上げ	38
イ 我が国の管轄物体に対するサービス	39
(2) デブリ発生の外部不経済への対応	39
ア デブリ除去費用の外部性	39
イ 環境の変化とルール作りへの期待	40
ウ デブリ除去のルール化に向けたアプローチ	41
エ 検討深化への手掛かりとして	42
(ア) インセンティブ付与のルール	42
(イ) 円滑な除去のための負担ルール	42
おわりに	43

はじめに

人工衛星が実用化され、さまざまなサービスに利用されるようになって以来、地球を周回する実用衛星は、宇宙空間を利用しない手段との間の顕在的・潜在的な価格競争もあり、高機能・大容量化や複数ミッションの搭載による多機能化等によって単位能力当たりの費用を縮減する方向と、小型化して衛星1基当たりの単価を低減する方向に進化してきた。

しかし大型・高機能化は、人工衛星が故障等により想定外の短寿命に終わる損害のインパクトを必然的に増大させ、最近では、従来「使い捨て」が当然であった人工衛星を軌道上において点検・修理して計画された寿命を全うさせたり、さらには燃料を補給して延命させたりすることへのニーズが顕在化しつつある。また、衛星の小型・低廉化は、宇宙利用の裾野を拡大し、ラージコンステレーションの実現にも道を拓いてきたが、同時に、宇宙空間を一層混雑化させるとともに、そのマヌーバ能力が限定されがちであることと相俟って、宇宙物体同士の干渉・衝突リスクの増大に拍車を掛け、スペースデブリ対策の必要性も高めてきた。

軌道上サービスは、このような時代の要請を背景に、点検、修理、補給等により人工衛星等の軌道上にあるアセットを最大限活用することや、スペースデブリの能動的な除去を可能とするものとして注目を集めており、今後、商業化され、宇宙空間の開発利用を一層推進していく上で大きな役割を果たすことが期待されている。実際、例えば米ノースロップグラマン社傘下のスペースロジスティクス社は、2020年2月、燃料を費消し尽くした衛星の推進を代行するMEV-1衛星をIntelsat 901衛星に結合し、その後、所定の軌道位置に移動させてサービスを再開させているほか、2021年4月には同様にMEV-2衛星のIntelsat 10-02衛星への結合を成功させている。また我が国においても、世界初の大型デブリ除去実証を目指し、JAXAとアストロスケール社が商業デブリ除去実証(CRD2)事業のフェーズ1ミッションを2022年度に実施する計画が着実に進んでいる。

ただし、この軌道上サービスは、その実行の過程において、多くの場合、対象となる宇宙物体（以下「対象物体」という。）との意図的な接近、さらには必要に応じた近接運用や結合等が行われると想定されている。これは、通常の周回衛星の運用に比して特に危険を伴うものであり、対象物体や第三者の人工衛星等との間で干渉や衝突等の事故を引き起こすリスクも相対的に大きなものとならざるを得ない。また、このような運用を実行する能力がある人工衛星（以下「サービス衛星」という。）は、機能的には、他の人工衛星等に一方的に接近し、場合によっては有害な干渉を与えることも可能であるため、仮に不透明な形で運用されれば、その意図及び目的について国際社会から懸念や批判を招くリスクもある。

これらのリスクは、直接的には、サービス衛星を運用する軌道上サービス事業者自身が引き受けるべきものである。しかし宇宙条約は、第6条において宇宙活動に関する国家への責任集中の原則を定めている。したがって、サービス衛星を管轄することになる各国は、軌道上サービスが基本的には民間事業者によって提供される商用サービスと想定されているとしてもなお、それぞれ、適切な国内法制上の措置を講じる等により、民間による軌

道上サービスを、国の適切な監督の下、正当かつ平和的な意図及び目的を持って技術的に安全に実施されるものとする国際的な責任を負っている。

また、民間による軌道上サービスに関するルールについては、我が国における人工衛星の管理に係る許可に相当するライセンス（以下「管理許可」という。）を与える基準に直接に関わるもののほか、万一、軌道上サービスに係るリスクが現実化した場合の損害賠償責任や軌道上サービスに要する費用の考え方など、許可との関係は間接的であっても軌道利用のあり方に含まれるものもある。このため、軌道上サービスを広く一般的に行われるものとしていくためには、この点についても整理しておく必要がある。

この報告書は、以上の観点を踏まえ、我が国における民間軌道上サービスの本格化に備えるため、スペースデブリに関する関係府省等タスクフォース大臣会合において2020年11月に定められた今後の取組方針に基づき、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——すなわち、我が国において国が民間事業者に対してサービス衛星の管理を許可するに当たって民間事業者が実施すべき事項及び国が実施すべき事項——について、同タスクフォースの軌道利用に関するワーキンググループの下に設置された軌道上サービスに関するサブワーキンググループが、約半年に亘って調査及び検討を重ね、とりまとめたものである。以下、まず第1章において軌道上サービスに関する国際的なルール作りの現状を確認し、その上で、第2章において軌道上サービスの許可に直接に関わるルール、第3章において損害賠償責任に関するルール、第4章においてその他のルールと分けて、それぞれ整理・提言する。

1 軌道上サービスのルールを巡る国際的な状況

軌道上サービスに関する国際的な法的ルールは、現在のところ未確立である。また、軌道上サービスも従うべき宇宙交通管理（space traffic management：STM）全般に係るルールについても、基本的・原則的事項のいくつかは条約その他の国際約束において確立されているが、それ以外の大部分の要素については、非拘束的な指針や採択された報告書、さらには様々な主体による実行の蓄積によって徐々に規範及び標準が形成されている状況にある。

このため軌道上サービスに適用する我が国としてのルールは、国際約束を遵守しながら、宇宙交通管理に係る国際的な指針等に示された原則的な考え方を可能な限り尊重しつつ検討していくことが基本となる。また軌道上サービスの分野においても、一定程度、諸外国の実行や民間主体による提言等の知的貢献が見られることから、有用と認められるものについては、適宜、参考とすることも考えられる。

（1）軌道上サービスに関連する国際約束

軌道上サービスであれ、従来の周回衛星を主体とした宇宙活動であれ、その計画・実施において、宇宙諸条約を含む我が国が締結した条約その他の国際約束を誠実に履行す

ることを前提としなければならないことは、何ら変わりはない。この点から宇宙諸条約を見ると、本報告書作成時点において、宇宙諸条約に軌道上サービスを特に念頭に置いて設けられたと認められる規定は存在しない。ただし、以下の事項は、軌道上サービスに係る規制を検討し、又はミッションを計画するに当たって、特に留意する必要がある。

ア 宇宙活動を行う国の責任

(7) 監督責任

条約の当事国は、月その他の天体を含む宇宙空間における自国の活動について、それが政府機関によって行われるか非政府団体によって行われるかを問わず、国際的責任を有し、民間企業等の非政府団体の活動は、条約の関係当事国の許可及び継続的監督を必要とするものとされている（宇宙条約第6条）。

宇宙条約

第6条

条約の当事国は、月その他の天体を含む宇宙空間における自国の活動について、それが政府機関によって行われるか非政府団体によって行われるかを問わず、国際的責任を有し、自国の活動がこの条約の規定に従って行われることを確保する国際的責任を有する。月その他の天体を含む宇宙空間における非政府団体の活動は、条約の関係当事国の許可及び継続的監督を必要とするものとする。国際機関が月その他の天体を含む宇宙空間において活動を行う場合には、その国際機関及びこれに参加する条約の当事国の双方がこの条約を遵守する責任を有する。

(1) 打上げ国の損害責任

条約の当事国は、打ち上げた宇宙物体又はその構成部分が宇宙空間において条約の他の当事国やその自然人・法人に与える損害について国際的責任を有するとされている（宇宙条約第7条）。また、この「打上げ国」は、①「宇宙物体の打上げを行い、又は行わせる国」、又は②「宇宙物体が、その領域又は施設から打ち上げられる国」と定義される（宇宙損害責任条約第1条（c））。

宇宙条約

第7条

条約の当事国は、月その他の天体を含む宇宙空間に物体を発射し若しくは発射させる場合又はその領域若しくは施設から物体が発射される場合には、その物体又はその構成部分が地球上、大気空間又は月その他の天体を含む宇宙空間において条約の他の当事国又はその自然人若しくは法人に与える損害について国際的に責任を有する。

宇宙損害責任条約

第1条

この条約の適用上、

(c) 「打上げ国」とは、次の国をいう。

(i) 宇宙物体の打上げを行い、又は行わせる国

(ii) 宇宙物体が、その領域又は施設から打ち上げられる国

損害に係る具体的な責任については、打上げ国は、自国の宇宙物体が、地表において引き起こした損害又は飛行中の航空機に与えた損害の賠償について無過失責任を（宇宙損害責任条約第2条）、他の打上げ国の宇宙物体に対して損害を与えた場合には過失責任を負う（同第3条）とされている。また、打上げ国Aの宇宙物体が打上げ国Bの宇宙物体に損害を与え、その結果、第三国に損害を与えた場合には、AとBは連帯して上記の責任を負う（同第4条）。

宇宙損害責任条約

第2条

打上げ国は、自国の宇宙物体が、地表において引き起こした損害又は飛行中の航空機に与えた損害の賠償につき無過失責任を負う。

第3条

損害が一の打上げ国の宇宙物体又はその宇宙物体内の人若しくは財産に対して他の打上げ国の宇宙物体により地表以外の場所において引き起こされた場合には、当該他の打上げ国は、当該損害が自国の過失又は責任を負うべき者の過失によるものであるときに限り、責任を負う。

第4条

1 損害が一の打上げ国の宇宙物体又はその宇宙物体内の人若しくは財産に対して他の打上げ国の宇宙物体により地表以外の場所において引き起こされ、その結果、損害が第三国又はその自然人若しくは法人に対して引き起こされた場合には、これらの二の打上げ国は、当該第三国に対し、次に定めるところにより連帯して責任を負う。

(a) 損害が当該第三国に対して地表において又は飛行中の航空機について引き起こされた場合には、当該二の打上げ国は、当該第三国に対し無過失責任を負う。

(b) 損害が当該第三国の宇宙物体又はその宇宙物体内の人若しくは財産に対して地表以外の場所において引き起こされた場合には、当該二の打上げ国は、当該第三国に対し、いずれか一方の打上げ国又はいずれか一方の打上げ国が責任を負うべき者に過失があるときに限り、責任を負う。

2 1に定める連帯責任が生ずるすべての場合において、損害の賠償についての責任は、1に規定する二の打上げ国のそれぞれの過失の程度に応じて分担する。当該二の打上げ国のそれぞれの過失の程度を確定することができない場合には、損害の賠償についての責任は、当該二の打上げ国が均等に分担する。もっとも、責任の分担についてのこの規定は、連帯して責任を負ういずれかの一の打上げ国又はすべての打上げ国に対し、第三国がこの条約に基づいて支払われるべき賠償の全額を請求する権利を害するものではない。

イ 宇宙物体を登録した国の権限

宇宙物体の打上げ国は、その保管する適当な登録簿（国内登録簿）に記入することにより当該宇宙物体を登録し、国際連合（以下「国連」という。）事務総長にその設置を通報するものとされており（宇宙物体登録条約第2条第1項）、「登録国」とは、この規定により宇宙物体が登録されている打上げ国をいう（宇宙物体登録条約第1条（c））。

登録国は、登録されている宇宙物体が宇宙空間又は天体上にある間、これに対して管轄権及び管理の権限を保持するとされる（宇宙条約第8条）。

宇宙物体登録条約

第1条

この条約の適用上、

(c)「登録国」とは、次条の規定により宇宙物体が登録されている打上げ国をいう。

第2条

1 宇宙物体が地球を回る軌道に又は地球を回る軌道の外に打ち上げられたときは、打上げ国は、その保管する適当な登録簿に記入することにより当該宇宙物体を登録する。打上げ国は、国際連合事務総長に登録簿の設置を通報する。

3 登録簿の内容及び保管の条件は、登録国が決定する。

宇宙条約

第8条

宇宙空間に発射された物体が登録されている条約の当事国は、その物体及びその乗員に対し、それらが宇宙空間又は天体上にある間、管轄権及び管理の権限を保持する。宇宙空間に発射された物体（天体上に着陸させられ又は建造された物体を含む。）及びその構成部分の所有権は、それらが宇宙空間又は天体上にあること又は地球に帰還することによっては影響を受けない。これらの物体又は構成部分は、物体が登録されている条約の当事国の領域外で発見されたときは、その当事国に返還されるものとする。その当事国は、要請されたときは、それらの物体又は構成部分の返還に先だち、識別のための資料を提供するものとする。

また登録国は、登録したそれぞれの宇宙物体に関し、できる限り速やかに国連事務総長に次の情報を提供する義務を負っている（宇宙物体登録条約第4条）。

- ① 打上げ国の国名
- ② 宇宙物体の適当な標識又は登録番号
- ③ 打上げの行われた日及び領域又は場所
- ④ 次の事項を含む基本的な軌道要素
 - (i) 周期
 - (ii) 傾斜角
 - (iii) 遠地点
 - (iv) 近地点
- ⑤ 宇宙物体の一般的機能

これらの情報は、国連事務総長が保管する登録簿（国連登録簿）に記録され、公開される（宇宙物体登録条約第3条）。

宇宙物体登録条約

第3条

1 国際連合事務総長は、次条の規定により提供される情報を記録する登録簿を保管する。

2 1の登録簿に記載されているすべての情報は、公開される。

第4条

- 1 登録国は、登録したそれぞれの宇宙物体に関し、できる限り速やかに国際連合事務総長に次の情報を提供する。
 - (a) 打上げ国の国名
 - (b) 宇宙物体の適当な標識又は登録番号
 - (c) 打上げの行われた日及び領域又は場所
 - (d) 次の事項を含む基本的な軌道要素
 - (i) 周期
 - (ii) 傾斜角
 - (iii) 遠地点
 - (iv) 近地点
 - (e) 宇宙物体の一般的機能
- 2 登録国は、登録した宇宙物体に関する追加の情報を随時国際連合事務総長に提供することができる。
- 3 登録国は、従前に情報を提供した宇宙物体であって地球を回る軌道に存在しなくなったものについて、実行可能な最大限度においてかつできる限り速やかに、国際連合事務総長に通報する。

なお、登録国は打上げ国であるが、打上げ国は複数あり得るため、打上げ国イコール登録国とはならない。そこで、打上げ国が複数ある場合は、打上げ国は共同して一つの登録国を決定することとされている（宇宙物体登録条約第2条第2項）。

宇宙物体登録条約

第2条

- 2 地球を回る軌道に又は地球を回る軌道の外に打ち上げられた宇宙物体について打上げ国が二以上ある場合には、これらの打上げ国は、月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約第8条の規定に留意し、宇宙物体及びその乗員に対する管轄権及び管理の権限に関して当該打上げ国の間で既に締結された又は将来締結される適当な取極の適用を妨げることなく、1の規定により当該宇宙物体を登録するいずれか一の国を共同して決定する。

ウ 他国の利益に対する妥当な考慮、協議及び情報提供

条約の当事国は、他国の利益に妥当な考慮を払い、自国又は自国民によって計画された宇宙活動が他の当事国の活動に潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあると信ずる理由があるときは、事前に適当な国際的協議を行うことが求められている（宇宙条約第9条）。また条約の当事国は、他の当事国が計画した宇宙活動又は実験が潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあると信ずる理由があるときは、その活動又は実験に関する協議を要請することができる（同条）。

宇宙条約

第9条

条約の当事国は、月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用において、協力及び相互援助の原則に従うものとし、かつ、条約の他のすべての当事国の対応する利益に妥当な考慮を払って、月その他の天体を含む宇宙空間においてすべての活動を行うものとする。条約の当事国は、月その他の天体を含む宇宙空間の有害な汚染及び地球外物質の導入から生ずる地球の環境の悪化を避けるように月その他の天体を含む宇宙空間の研究及び探査を実施し、かつ、必要な場合には、このための適当な措置を執るものとする。条約の当事国は、自国又は自国民によって計画された月その他の天体を含む宇宙空間における活動又は実験が月その他の天体を含む宇宙空間の平和的な探査及び利用における他の当事国の活動に潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあると信ずる理由があるときは、その活動又は実験が行われる前に、適当な国際的協議を行うものとする。条約の当事国は、他の当事国が計画した月その他の天体を含む宇宙空間における活動又は実験が月その他の天体を含む宇宙空間の平和的な探査及び利用における活動に潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあると信ずる理由があるときは、その活動又は実験に関する協議を要請することができる。

この国際的協議に係る権利及び義務の行使を前提として、通知・公表等により情報提供を行うことが求められるかは、宇宙条約上、必ずしも明確ではない。

ただし、我が国を含む宇宙条約の締約国は、別途、国際協力を促進する観点から、宇宙活動の性質、実施状況、場所及び結果について、国連事務総長並びに公衆及び国際科学界に対し、実行可能な最大限度まで情報を提供することに同意し、国連事務総長は、この情報を受けたときは、それが迅速かつ効果的に公表されるようにするものとされている（宇宙条約第 11 条）。

宇宙条約
第 11 条

月その他の天体を含む宇宙空間における活動を行う条約の当事国は、宇宙空間の平和的な探査及び利用における国際協力を促進するために、その活動の性質、実施状況、場所及び結果について、国際連合事務総長並びに公衆及び国際科学界に対し、実行可能な最大限度まで情報提供することに同意する。国際連合事務総長は、この情報を受けたときは、それが迅速かつ効果的に公表されるようにするものとする。

（２）国連における議論

軌道上サービスを始めとする宇宙活動は、拘束力のある国際約束のほか、国連において採択された各種の指針や報告書に示された原則や標準等にも留意することが事実上求められる。このような指針等のうち、軌道上サービスへの影響が大きいものとしては、以下が挙げられる。

ア 国連スペースデブリ低減ガイドライン（2007 年）¹

2007 年に採択された国連スペースデブリ低減ガイドラインは、2002 年に策定され、2007 年に見直された宇宙機関間スペースデブリ調整委員会のスペースデブリ低減ガイドライン（IADC ガイドライン）²を推奨し、これを簡略化したものである。同ガイドラ

インは、ミッションの設計及び運用計画段階におけるデブリ低減のための配慮事項を示すものであるが、軌道上サービスとの関係が大きい事項として、偶発的な軌道上における衝突確率の制限（指針3）、意図的な破壊活動とその他の活動の回避（指針4）等が掲げられている。ただし、そのための国際的な調整に関する記述は見られない。

イ 宇宙活動における透明性・信頼醸成措置に関する政府専門家会合報告書（2013年）³

宇宙活動における透明性・信頼醸成措置に関する政府専門家会合報告書は、各国が自発的に採用することが望まれる宇宙活動における可能な透明性・信頼醸成措置を勧告するものであり、2013年に国連第一委員会及び国連総会において採択された。

同報告書は、透明性・信頼醸成措置の一般的性格と基本原則を考察しており、軌道上サービスに関係し得る内容としては、これらの措置が軍備の制限・縮減の検証措置に貢献し得る（第28段落）とした上で、軍備管理条約及びレジームの検証を補完し（第33段落）、不信、誤解や誤算の要因を軽減又は解消すべき（第34段落(c)）ものと意義付けている。そして、宇宙活動の透明性強化のため、各国に対し、次のような情報共有を奨励している。

- ① 宇宙物体の追跡精度の向上に役立ち得る基本的な軌道要素に関する情報交換（第39段落）
- ② 他国の宇宙物体の安全な航行にリスクを及ぼし得る計画されたマヌーバに関するタイムリーかつ実行可能な最大限の通報（第42段落）
- ③ リスクの高い非制御再突入に関するタイムリーかつ実行可能な最大限の通報（第43段落）、
- ④ 宇宙物体の安全な航行に対する自然及び人工の脅威に関連する事象に関するタイムリーかつ実行可能な最大限の通報（第44段落）。

ウ 宇宙活動に関する長期持続可能性（LTS）ガイドライン（2019年）⁴

2019年に採択された国連の宇宙活動に関する長期持続可能性（LTS）ガイドラインは、規制の枠組み作りから能力構築に至るまでの幅広い分野について、宇宙活動の長期持続可能性を確保していくためのあるべき標準を提起している。

このうち、軌道上サービスに関するルールを検討する上で特に留意を要すると思われる事項としては、次がある。

- ① 宇宙活動実施主体に対し、潜在的な緊急事態について効率的でタイムリーな情報共有・調整を促進するための連絡窓口を指定させること（A.3第4段落(e)）
- ② 他国又は国際機関から自国の管轄権又は管理の権限の下にあると推定される宇宙物体の登録・非登録について照会された場合に可及的速やかに応答すること（A.5第4段落）。
- ③ 各国又は国際機関は、軌道上の宇宙機の運用、接近解析及び宇宙状況監視に関する情報交換に従事する権限を付与された指定当局の連絡先情報を国連宇宙部に提供して公表を可能にする等により交換すること（B.1第1段落）。

- ④ 接近解析能力を自ら有さない運用主体は、政府当局を通じて、必要に応じ、かつ、関連法令に則って、常時接近解析を実施している組織の支援を得ること（B.4 第3段落）。
- ⑤ 各国及び国際機関は、宇宙物体の物理的又は運用上の特性に関わらず、小型宇宙物体を含め、その追跡可能性を向上させる設計アプローチを促進することが奨励されること（B.8 第1段落）
- ⑥ 国及び国際機関の管轄権又は管理の権限の下にある政府・非政府主体が地球近傍の宇宙空間を通過するレーザー光を使用する場合には、国及び国際機関は以下を実施すること（B.10）
 - (i) 通過する宇宙物体に対して偶発的に照射する確率の分析
 - (ii) 宇宙物体が通過する距離におけるレーザー照射出力の定量評価
 - (iii) 可能であれば、被照射物体に対する機能不全、損傷又は破壊のリスク評価
 - (iv) 必要に応じ、適切な手段による予防策の遵守

（3）各国等の取組状況

米国では、2001年に公表された軌道上デブリ低減標準プラクティス（Orbital Debris Mitigation Standard Practices：ODMSP）の2019年改訂において、ランデブ・近接運用（rendezvous and proximity operation：RPO）及び軌道上サービスに関する記載が追加された⁵。ただし、米国の政府衛星に係るデブリ低減のための標準というODMSPの基本的な性格が拡大されたわけではない。このため、軌道上サービス等に関して追加された内容も、偶発的な衝突又は爆発のリスクの制限や除去対象デブリの破砕防止によるデブリ発生リスクの制限等にとどまり⁶、国際的な情報共有や調整に関する要求は含まれていない。

欧州では、2008年に欧州連合において宇宙活動に関する国際行動規範案（draft International Code of Conduct for Outer Space Activities：ICOC）案⁷が採択され、その後、多国間交渉が行われた。ICOC案は、加害・破壊行為の禁止やデブリ発生・衝突リスクの最小化を掲げているほか、「協力メカニズム」の章を特に設け、他国の宇宙航行の安全にリスクとなり得るマヌーバ計画、明白な衝突リスクを伴う接近予測等について、実行可能な範囲で最大限、潜在的に影響を受け得る全ての国に対して適時に通知することを提案している。ただし、ICOCの交渉プロセスは頓挫しており、規範として広く受け入れられる見通しがあるわけではない。

なお、軌道上サービスを含む人工衛星の管理に係る国と民間事業者の間の求償・補償関係に関する各国の事例は、第3章に後述する。

（4）非政府国際団体等における議論

軌道上サービスについては、国家間以外の場においても活発に議論が行われている。中でも、接近・サービス運用の実施に関する国際的な業界団体である CONFERS（Consortium for Execution of Rendezvous and Servicing Operations）は、軌道

上サービスの実施に関して、①安全な設計、②RPO における責任ある行動の規範、③関係主体間の情報共有、及び④誤解を減らし、意図を明らかにするための透明性の四つの分野において自発的に合意された標準を作り上げていくことを目指しており⁸、関連する提案や発表を行っている。特に、最近では、2018年の「Guiding Principles for Commercial Rendezvous and Proximity Operations (RPO) and On-Orbit Servicing (OOS)」(以下「指針的原則」という。)⁹と2019年10月の「Recommended Design and Operational Practices」¹⁰が、RPOや軌道上サービスに関する商業活動の指針となる原則や、事業者が設計・運用において考慮することを推奨する事項を整理しており、注目に値する。

ア 商業的 RPO 及び軌道上サービスのための指針的原則 (2018 年)

CONFERS は、2018年の指針的原則において、RPO及び軌道上サービスに関する合理的な行動規範の確立に資するべきものとして、以下の指針的原則を提起している。

- ① 人工の宇宙物体に対する軌道上サービスのための RPO は、一般的なビジネス契約の実務に則った当事者間の商業契約に基づくべきこと (原則 1)
- ② サービス衛星及び対象物体に係る各当事者並びに関係する第三者は、宇宙条約及び全ての管轄権を有する国の許可及び規制を遵守すること (原則 2)
- ③ 安全及びミッションの成功を促進するため、商業的サービス事業者は、次のような責任ある態様により計画・実施すること (原則 3)
 - (i) 任務に相応しい一般に受け入れられる技術を用いた設計・製造・運用
 - (ii) ミッション計画策定における衝突回避等の条件設定
 - (iii) サービス実行中におけるサービス事業者とクライアント間の実効的な意思疎通の確立・維持
 - (iv) 第三者損害に係るリスクのカバー 等
- ④ 商業サービスを実施する側の主体は、安全及び信頼を促進するための次の透明性に係る原則の下において行動すること (原則 4)
 - (i) 宇宙条約第 11 条遵守の一環としての、実施サービスの一般的性質、実行行為、位置、実行結果の関係国への通知
 - (ii) 宇宙条約第 9 条及び第 11 条遵守の一環としての、影響を受けると合理的に認められる関係先との十分な連絡・調整の確保
 - (iii) 第三者や宇宙環境に有害な影響を及ぼし得る異常又は事故に際しての適時の公表要領の開発・実施
 - (iv) 知的財産権や競争上秘匿すべき情報の保護及び輸出管理規制の遵守と両立させたミッションの成功又は異常から得た教訓の共有

イ 推奨される設計・運用の実行 (2019 年 10 月)

CONFERS は、前記の指針的原則を実施するものとして、推奨される設計・運用のあり方として、サービス衛星のハード・ソフトや地上局の設計、ミッション計画、教訓反

省の共有等まで幅広く推奨する仕組みを推奨している。このうち、ミッション運用に関する次の七つの要素は、我が国としてのルールを検討する上でも特に参考になる。

- ① 実施内容を理解したクライアントとの契約に基づく実施（第 1.4.1.1 項）
- ② 対象物体の所有者が特定できない場合（例えばスペースデブリ等）における対象物体の発生元と合理的に考え得る全ての国の機関に対する意図の適切な公開の告知・通報（第 1.4.1.2 項前段）
- ③ サービス実行中又は実行後に発生元が特定された場合における関係国への通知（第 1.4.1.2 項後段）
- ④ 非衝突軌道、安全区域、進入禁止範囲等の設定（第 1.4.1.4 項）
- ⑤ 実行中の RPO に関する通報のための適切な規制当局との協働（第 1.4.1.6 項）
- ⑥ 知的財産権、所有権及び秘匿情報を尊重しながらの影響を受ける第三者へのあらゆる近接に係る事前通知その他飛行安全を支援するために必要な情報交換（第 1.4.1.8 項）
- ⑦ 部外力（SSA 能力等）の活用（第 1.4.5 項）
- ⑧ サービス衛星のサイバー攻撃対象としての機能的魅力を踏まえた地上局、サービス衛星、ミッション・データ及び通信回線に係るセキュリティの重視（第 1.4.6 項）

CONFERS は、現在、CONFERS として作成したこれらの原則や実行に関する提言に基づき、国際標準機関（ISO）に RPO の原則等を提案しており、ISO において検討されている。いずれにせよ、民間事業者による軌道上サービスは新しい活動領域であり、今後、実証が進む中で、優良事例とされる実行等も急速に変化する可能性があることから、CONFERS に限らず、軌道上サービスをめぐる産業界の動向については、継続的に注視していく必要がある。

2 軌道上サービスの許可に直接に関わるルール

前記 1 で見たとおり、軌道上サービスに関する国際的な規範や標準はまだ形成途上である。したがって、軌道上サービスを我が国が国際的に受け入れられる形で許可し、実施させるためには、普遍的に適正と認められるようなルールを我が国独自に主体的・先行的に策定し、これを実際に適用して優良事例の一つとして国際社会に示していくことが望ましい。

我が国において、国内に所在する管理設備を用いて人工衛星の管理を行う民間事業者による軌道上サービスの実施、すなわちサービス衛星の管理を許可することは、現行の宇宙活動法（人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律（平成 28 年法律第 76 号）をいう。以下同じ。）に基づき現状でも法技術的に可能である。したがって、軌道上サービスに関連して議論される STM ルールのうち実施の許可——すなわち管理の許可——に直接に必要なルールの整備は、我が国においては、基本的には現行の宇宙活動法、同施行

規則及び審査基準の解釈・運用の問題と捉え直すことができる。

ただし、軌道上サービスは、その特性上、安全性・透明性について国外から懸念を抱かれやすいものであることから、これを「国際的に受け入れられる形で許可」という観点からは、宇宙活動法等を軌道上サービスに適用するに当たっての解釈・運用を専ら所管官庁である内閣府の明文化されない裁量に委ねたままとしておくことは、適切とは言えない。なぜなら、このような不透明さを放置した場合、我が国が許可する軌道上サービスについて無用の疑念や批判を惹起することになるおそれがあるからである。

そこで以下では、我が国として民間事業者に対してサービス衛星の管理を許可するに当たって国及び民間事業者それぞれが実施すべき事項¹¹について、宇宙活動法第22条各号が規定する要求——人工衛星の利用の目的及び方法（第1号）、人工衛星の構造（第2号）及び管理計画（第3号）——に沿って具体化する（終了措置（第4号）については、本検討においてサービス衛星に特有の要求は特定されなかった¹²。）。また、これらの事項のうち民間事業者が実施すべきものについては、明確性・予見性の観点から、別途、必要な要素のみを抽出して整理・敷衍している。

なお、今回の報告は、「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」として検討・整理を行っているが、具体的に適用を想定するケースとしては、CRD2を主に念頭に置いた地球周回軌道を前提とする内容となっている。このため、本報告書、特に別冊に掲げるルールに示すフェーズ展開に沿わない新たな形態の軌道上サービスが生まれてきた場合や、将来、国際的なプラクティス、標準等の形成が進んできた場合には、当該ルールを無条件に拡大解釈するのではなく、個々の要求が設けられた趣旨・背景に立ち返って適用の妥当性を精査し、必要に応じ、見直すことが求められる。

また、編隊飛行（formation flight）やコンステレーションを構成する人工衛星について、相対位置や相対速度の制御など軌道上サービスの一部フェーズと同種の技術が用いられる場合があるものの、これらは複数の衛星（群）をあらかじめ一つのシステムとして設計されるものであり、また基本的に複数の事業者や登録国を跨いだ運用とはならないことから、本ルールの適用は想定していない。同様に、あらかじめ一体として開発され、軌道上で分離・再結合する親子衛星ミッションについても、本ルールをそのまま適用することは想定されない（ミッション内容に応じて関連する要求を部分的に適用することまでも否定するものではない。）。

（1）利用の目的・方法に係るルール【別冊第4項】

軌道上サービスが「正当かつ平和的な意図及び目的を持って技術的に安全に実施される」ことを確保するための要求のうち、宇宙活動法第22条第1号が規定する利用の目的及び方法に係る審査基準である宇宙諸条約の的確かつ円滑な実施や公共の安全の確保等に関わるものとしては、①対象物体の所有者等の権利や登録国の権限を侵さない等といった法的な要件と、②構造又は管理計画に係る要求事項に含まれていない技術的な安全性に係る事項がある。また、国際的な懸念・批判を招かないためには、我が国が確認した法的な妥当性や構造及び管理計画を含む技術的な安全性について国外から信頼

を得る必要があるが、その手段となる③対外的な透明性を確保するための要求も、宇宙活動法との関係では利用の目的等に関連するものとして整理される。

ア 対象物体に係る権利侵害の防止等【別冊第 4.1 項】

(ア) 所有者等の権利を侵さないこと【別冊第 4.1.1 項】

軌道上サービスは、終了措置を支援・代行する場合はもとより、修理・補修や補給を行う場合であっても、対象物体に干渉し、サービス内容によっては状態に改変を加える行為である。したがって、軌道上サービスは、対象物体を所有し、又は管理・処分する権利を有する者（以下「所有者等」という。）の権利を無自覚に侵害してしまうことを避けるため、対象物体に係る所有者等との合意がある場合にのみ実施できることを原則とする。また国は、宇宙条約第 6 条に定められた非政府団体の宇宙活動に対する国際的責任を果たすため、軌道上サービスを許可するに当たっては、対象物体の所有者等との合意が成立していることを確認することが望ましい。

クライアント事業者の委託の下に行われる軌道上サービスが、権利者から同意を得たものと認められるためには、クライアント事業者が必要な権利を承継又は受任していると推定できる必要がある。したがってサービス事業者は、軌道上サービスについて許可を申請するに当たっては、対象物体が登録されている国連登録簿又は国内登録簿（国内登録簿の真正な写しを含む。）により所有者及び管理者を確認するとともに、国連登録制度の下での所有者又は管理者の登録は自主的な追加情報扱いであり、義務的に登録する国際的な制度が存在しないことも踏まえ、クライアント事業者との契約書等において対象物体を管理・処分する権利を有していることを表明保証させることが合理的である。この際、サービス事業者は、必要に応じ、適宜、法人登記簿の写しを取得する等して、情報の真正性も確認することが期待される。

また、仮に対象物体が国連登録簿及び国内登録簿のいずれにも登録されていない場合には、サービス事業者は、クライアント事業者と連携して打上げ国に対して登録を促すことが必要となる。この場合において、登録の手続が開始されたときは、国は、国連登録簿又は国内登録簿の写しに代えて、サービス事業者が提出する当該手続に係る書類の写し等に基づき審査を行うことになる。

なお、いずれの打上げ国も登録を行わない場合には、国は、サービス事業者が提供する関連情報（例えば、対象物体に係る打上げ国、所有者の国籍国、管理許可の付与国、対象物体の管理者又は処分権者とクライアント事業者との関係に関する情報等）に基づき、潜在的な登録国に係る状況、クライアント事業者と対象物体に係る管理・処分権の関係その他の事情を総合的に勘案し、軌道上サービスを実施する可否を審査する。このためサービス事業者は、可能な限り当該関連情報を国に提供することが求められる。

(イ) 登録国等の規制に抵触させないこと【別冊第 4.1.2 項】

宇宙物体の打上げ国は、宇宙物体登録を行うことにより、登録国として当該宇宙物体に対して管轄権が認められる（宇宙条約第 8 条）。軌道上サービスを実施するに当たり、

サービス事業者とクライアント事業者との間に契約がある場合に、さらに対象物体の登録国の同意までもが必要か否か宇宙条約上明らかではないが、紛争防止の観点から、登録国の同意を取り付けることが望ましい。また、宇宙物体登録が完了しておらず、管轄権を認められた登録国が存在しない対象物体についても、管理を許可した国が明らかである場合には、他国の活動に潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあるとの誤解を与えるリスクを回避するため、当該管理許可に係る規制と抵触しない形で軌道上サービスを実施させる必要がある。

したがって、軌道上サービスを受けることについて、対象物体の登録国又は管理許可を付与した国（以下「登録国等」という。）において対象物体に適用される規制（例えば、軌道上サービスを受けることに伴う人工衛星の管理計画の変更手続等）が存在する場合には、サービス事業者は、クライアント事業者における当該手続への対応状況（許可証、届出済証等又は申請、届出書類）を確認し、許可申請時までこれが完了するか、又は遅くとも軌道上サービスが実行される時期までに当該手続が確実に完了する見通しであることを国に示すことが求められる。

また許認可申請、届出等の手続が行われる場合には、同時に、登録国等の規制に抵触しないことも事実上確保されると考えられるが、仮にそのような手続が存在しない場合であっても、軌道上サービスの過程において、又は結果として対象物体に生じさせる状態について登録国等の規制があるときは、サービス事業者は、軌道上サービスの実施計画をこれと齟齬のないものとする必要がある。この際、サービス事業者は、国が他国である登録国等の規制を適切に理解することに供するとともに、サービス終了後の対象物体が置かれるべき状態の前提条件を明らかにするため、必要な場合には、クライアント事業者を通じて当該登録国等の規制に関する情報を可能な限り収集し、国と共有することが求められる。

ただし、対象物体は必ずしも最新の規制が施行されている期間に打ち上げられたとは限らず、したがってこれに抵触しないことが求められるとは限らない。このため、最終的には、サービス終了後の状態が最新の規制に抵触するか否かではなく、登録国等がその状態を容認し、かつ、それが宇宙諸条約の実施や公共の安全確保等を阻害しないものであるか否かによって判断されなければならない。

(ウ) 損害リスク等に係る注意喚起【国の措置】

軌道上サービスは、サービス衛星が対象物体に干渉を及ぼす宇宙活動である。また宇宙条約第9条は、自国の宇宙活動が他国の宇宙活動に「潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあると信ずる理由があるとき」は、事前に適当な国際的協議を行うことを定めている。また、同条は、他国の側が同様の観点から協議を要請する権利を定めている。しかし、軌道上サービスがサービス事業者とクライアント物体に係る権利者の合意に基づき実施される商行為であることに鑑みれば、軌道上サービスの一環として行われる干渉が有害と信じられるべき理由は見当たらない。

ただし、登録国等の規制において何らの手続も必要とされておらず、登録国等がクラ

イアント事業者による手続を通じて軌道上サービスについて知る機会がない場合であっても、サービスの結果、当初の管理許可に際して登録国等が想定していたものと異なる管理状態となる可能性がある。

また、宇宙損害責任条約は、打上げ国の宇宙物体が、地表又は飛行中の航空機に対して損害を与えた場合には無過失責任（第2条）を、軌道上の他国の宇宙物体に対して損害を与えた場合には過失責任（第3条）をそれぞれ負うことを定めている。また、同条約第4条は、打上げ国Aの宇宙物体が打上げ国Bの宇宙物体に損害を与え、その結果、第三国に損害を与えた場合には、打上国AとBが連帯して損害賠償責任を負う（第4条）としている。このため、対象物体に係る打上げ国は、仮に当該対象物体打上げ国が直接には関与していない我が国が許可したサービス衛星による軌道上サービスに起因して第三者に損害が発生した場合にも、その最終的な責任割合はともかく、形式的には、我が国と連帯して賠償責任を負う可能性がある。中でも特に、対象物体に係る登録国等については、例えば射場を提供しただけの打上げ国と比較すると、常識的には、より多くの責任を負う結果となるリスクがある。

したがって、将来の紛争を防止する観点からは、対象物体の登録国等に対しては、後述する透明性確保のための公表を通じた非特定のな情報提供に加え、サービス衛星側の管轄権を有する国として、政府レベルにおいて、通知の事実を事後に検証可能な方法により、軌道上サービスを実施する事実と国としての連絡調整窓口を個別的に通知することが望ましい。

なお、このような通知には、一定の追加情報の提供を付随させることも考えられるが、後述するとおり、安全性・透明性の観点から多様な情報が開示されると想定され（下記ウ参照）、かつ、登録国等側の必要に応じ通知済みの連絡調整窓口に対して照会することも可能であるため、登録国等に対して重ねて直接かつ個別的に事前共有することが必要となる情報は、軌道上サービスの種類や対象物体の状態、登録国等との関係により千差万別となる可能性がある。したがって、このような個別的な情報共有の要否・内容については、実際の案件に則して別途検討されるべきである。

イ 構造又は管理計画に関連付けて要求されていない技術的な安全【別冊第4.2項】

軌道上サービスに関する技術的な安全のうち、現行の審査基準等において、サービス衛星の構造又は管理計画に関する要求によってカバーされていない要素がある事項としては、軌道上サービスが対象物体にもたらす変化が第三国の宇宙活動に及ぼし得る影響の安全性がある。

もっとも、軌道上サービスの中でも、対象物体にもたらす変化が第三国の宇宙活動の安全に影響を及ぼす可能性があり、かつ、宇宙諸条約や公共の安全等の観点から規制する必要がある事項は、ごく一部の類型に過ぎない。例えば、軌道上サービスが対象物体を移動させないものである場合には、通常は、対象物体が第三国の宇宙活動に及ぼし得る影響を、サービス衛星が対象物体にもたらす変化により直接に変化させることは想定されない。また、軌道変更の支援や能動的デブリ除去のように対象物体を移動させる軌

道上サービスであっても、サービス衛星と対象物体を結合するサービスについては、対象物体に係る登録国等の規制の存否や水準にかかわらず、結合後（分離時を含む。）に他の人工衛星の管理に干渉しない管理計画等を要求する現行の審査基準によって安全は確保される。

しかし、例えば電磁波エネルギーの照射により対象物体を移動させるような軌道上サービスについて、クライアント事業者が利害関心を有する軌道域から他の混雑領域に対象物体を投棄するような運用を行わせないためには、我が国の現行制度の下では、宇宙諸条約や公共の安全等の観点から分離時と同様な規制をするしかない。また、能動的デブリ除去については、分離を伴う場合であれ、伴わない場合であれ、他の人工衛星の管理に直ちに干渉することさえなければ、対象物体の終了措置の態様はいなかるものであってもよいのか、それとも、何らかの制約が課されるべきかという点についても検討の余地がある。これについて、仮に最も厳しい要求をすれば、サービス衛星自体に係る終了措置に関する要求を対象物体に準用するという点も考えられる。しかし、そうしてしまうと、例えば、軌道上に100年以上残るはずであったスペースデブリをIADCガイドラインに示された25年¹³を1年超える26年で再突入する軌道に移動させることも不適合となりかねない。

したがって、制御終了後即時には開始されない再突入を含む軌道の変更（高度のみを変更させる場合を含む。）については、対象物体に現況よりも望ましい終了措置の状態をもたらす限りは、原則として許容されることとし、制御後即時再突入や静止軌道保護域以遠への排除等についてのみ、現行規制の例によらせることが妥当である。

なお、対象物体にもたらされる状態については、別途、登録国等の側においても適用される規制が存在する場合がある。この場合、軌道上サービスは、我が国及び登録国等の要求（最新規制の水準を満足しないことの容認を含む。）それぞれの最も厳しい部分にも抵触させないようにすることにより、結果として、いずれの国の要求にも適合した状態のものとして計画・実施することが必要となる。

ウ 許可及び実施の透明性【別冊第4.3項】

(7) 情報開示等の必要性

サービス衛星は、他の人工衛星等に接近し、機能によってはさらに何らかの力を加える能力を有している。また軌道上サービスは、一般的な周回衛星の運用に比して頻繁かつ大きな軌道変更が必要になる場合がある。このため、サービスに関係のない他の人工衛星等の運用に係る安心・安全の観点から、ミッションの意図・目的と接近・衝突の回避に必要な情報の開示について、十分な配慮が必要である。

さらに、許可された軌道上サービスについて、それでもなお有害な干渉をもたらす無責任な行動ではないかと第三国から疑念を持たれることを防ぐためには、単に計画上の意図・目的や接近等回避に必要な情報を開示することに加えて、許可国の審査やサービス衛星の運用自体の透明性を高めることにより、許可国の判断そのものについて第三国が信頼性を評価する追加材料を与え、当該軌道上サービスが「意図及び目的の面からも

技術面からも安全であり、第三国の宇宙活動に干渉するおそれはない」ことを示す必要がある。

軌道上サービスについて情報を開示・共有する目的は、大別すると、サービス実施の意図・目的に係る透明性の確保、技術的安全性に係る透明性の確保、及び技術的知見の共有がある。また、このうち技術的安全性に係る透明性には、接近・衝突に係る安全性を第三者側から確保することを可能とするための透明性と技術的安全性に係る審査の信頼性を評価するための透明性が含まれる。

ただしこれらの目的は、必ずしも全て同等の内容・レベルでの透明性の確保が必要とされる訳ではない。また対応するために具体的にどのような情報開示等が必要となるかもそれぞれ異なる。そこで本サブワーキンググループは、軌道上サービスを行うに当たって開示・共有が求められる情報項目について、JAXA を通じ、IOAG (International Operations Advisory Group) に所属する我が国以外の宇宙機関から得た見解 (別紙参照) も踏まえ、これら各目的への対応の必要性及び対応する目的に資する措置項目を整理した。

A 意図・目的に係る透明性の確保

軌道上サービスが、第三国の宇宙活動に対して有害と受け取られかねないような干渉を及ぼす意図や目的によるものではないという意味で安全か否かに係る透明性は、単に事業の意図等を公表することによっては確保されたとは看做されない。なぜなら、意図等の表明は、第三国から見れば、本質的には、常に真偽が客観的に保証されないものであるためである。したがって、目的に係る透明性について国外から信頼を得るためには、次のとおり、意図等を公表することに加え、当該公表された意図等が嘘偽りのないもの (faithful) であると第三国がそれなりの確度を持って分析・評価するために必要な材料を提供する必要がある (具体的な内容は(イ)において整理する。以下、B及びCにおいて同じ。)

- ① 審査基準・解釈運用要領の公表
- ② 許可されたミッションの主要事項¹⁴の公表
- ③ 軌道情報の把握・追跡可能性の確保
- ④ サービス事業者自身に関する透明性の確保
- ⑤ 国家間協議に応じる体制の構築
- ⑥ 誠実な公表及び実行の蓄積

B 接近・衝突の回避に係る透明性の確保

軌道上サービスの意図及び目的に意図的な破壊・干渉の懸念がないとしても、第三者側においてサービス衛星との接近・衝突を主体的に回避する余地が仮に全く存在しないとすると、どうしても一定の不確実性が残ることになる。

このため、国及びサービス事業者は、第三者側が SSA 組織等から接近・衝突警報を入手し、あるいは必要に応じ自らも観測して接近・衝突解析を行う等して、必要な

回避マヌーバを計画・実施できるよう、次の情報提供等を行うことが望まれる。

- ① 軌道情報の把握・追跡可能性の確保
- ② カタログ登載情報の公表
- ③ 異常発生に係る情報提供

C 技術的安全性の審査に係る透明性の確保

軌道上サービスの安全性は、第一義的には管理許可を与える国が確認し、責任を負うものであり、第三国に対して検証や認証を求めるべき性質のものではない。また、審査を検証できるだけの情報——すなわち、審査のために提出されたサービス衛星の設計・運用に係る技術情報——の多くは、そもそも事業者の知的財産権の対象でもあり、経済安全保障の観点からも、事業者の権利保護の観点からも、本質的には、まずは保護・保全されるべきものである。

ただし、情報保護が求められるとは言うものの、審査結果が国外から信頼されるためには、単に国の規制当局が審査して許可を与えたという事実を公表するだけでは不十分である。なぜなら、これもある意味で意図等の表明と似て、第三国から見れば、本質的には、審査の精度・水準、さらには「問題がなかった」とする判断が粉飾によらないものであるかさえ、客観的に保証されているわけではないためである。

したがって、現実的には、経済安全保障や事業者の権利保護の観点と我が国の安全審査への信頼性の観点とを両立させるため、次のとおり、当該公表に係る審査結果が安心して受け入れられる水準のものであると第三国がそれなりの確度を持って分析・評価するために必要な材料を提供する必要がある。

- ① 審査基準・解釈運用要領（技術要求等部分）の公表
- ② 許可されたミッションの主要事項の公表
- ③ 軌道情報の把握・追跡可能性の確保
- ④ 国家間協議に応じる体制の構築
- ⑤ 誠実な公表及び実行の蓄積

D 技術的知見の共有

前記A～Cに示す目的及び項目に該当しない一定の合理性を認め得る情報共有目的としては、軌道上サービスという運用全般の安全性の向上に資する観点からの異常や失敗の解決策に係る技術的な知見の共有が考えられる¹⁵。しかし、サービス事業者が有する知的財産等の技術的情報については、当然ながら保護を受ける権利があることから、仮に情報共有による軌道上サービス一般の安全性向上という効果が期待できるにせよ、このような情報の開示は、我が国としての技術情報の保護、国際競争力の確保、国際協力上の要請等に基づく政策的な方針の下で、サービス事業者が自主的に判断する余地が留保されるべきである。

(イ) 情報開示等の措置内容

前記(ア)で整理したとおり、信頼や安全の確保のための透明性等に係る各目的を達するために必要又は有用な情報開示等の措置は多岐に亘る（下表参照）。しかし、情報開示等は、一般に国や事業者にコストを発生させるものでもあり、また内容によっては、経済安全保障や事業者の所有権・知的財産権の保護等と緊張関係を生じたり、サービス衛星のセキュリティ・リスクを逆に高めたりするおそれもある。このため、開示等の具体的な措置内容をルール化し、運用していくに当たっては、それぞれの目的に照らし、その意義と国や事業者が負う不利益・リスクとのバランスを十分に比較衡量する必要がある。

措置項目	透明性確保の目的	意図・目的の評価	接近・衝突の回避	安全審査の評価
A 審査基準・解釈運用要領の公表		(ア) A①		(ア) C①
B ミッションの主要事項の公表		(ア) A②		(ア) C②
C 軌道情報の把握・追跡可能性の確保		(ア) A③	(ア) B①	(ア) C③
D カタログ情報の公表			(ア) B②	
E 異常発生に係る情報提供			(ア) B③	
F サービス事業者自身に関する透明性の確保		(ア) A④		
G 国家間協議に応じる体制の構築		(ア) A⑤		(ア) C④
H 誠実な公表及び実行の蓄積		(ア) A⑥		(ア) C⑤

A 審査基準・解釈運用要領の公表

公表された意図・目的が真正なものとして信頼されるためには、審査の根拠として公開されている規制及び手続法規を確認し、他の資料と総合的に分析することにより、「審査の結果公表される事項を偽装・隠ぺいする余地はなく、かつ、公表されない重要事項についても適正な基準で審査されるであろう」と評価できなければならない。また、公表された審査結果が技術的に適正なものと信頼されるためには、審査機関が基準とする技術要求の要求項目に漏れがなく、かつ、要求水準も十分であると評価される必要がある。

我が国においては宇宙活動法と関係する政・府令は既に施行され公になっており、さらに打上げ許可及び管理許可に関する審査基準やガイドライン等も英訳版を含めて既に公表している。このため、今後、具体的に求められる対応は、軌道上サービスに適用される審査基準及びこれを解釈・運用する要領が、十分具体的に明文化され、公表されることである。

B 許可されたミッションの主要事項の公表

個別のミッションについて、意図・目的や技術的な安全審査の信頼性を客観的に評価できるようにするためには、評価側からすれば、審査基準等に加えて、軌道上サー

ビスを実施するための個別の計画に係る情報が必要となる。このような情報については、例えば、国の審査を経て許可されたものとして、次の項目を網羅する形で公表することが考えられる。ただし、各情報項目の下に公表される具体的な内容・粒度やタイミングについては、個々のミッションの特性に応じ、事業者の権利保護や経済安全保障も考慮した上で、個別に判断していくことが期待される。

- ① 適当な標識又は登録番号
- ② 打上の行われた日及び領域又は場所
- ③ 国連登録ベースの軌道要素
- ④ サービス衛星の一般的機能
- ⑤ 実施する軌道上サービスの種類
- ⑥ 対象物体
- ⑦ サービスを提供する事業者
- ⑧ サービス衛星の所有者及び管理者（運用業務委託時は委託先を併記）
- ⑨ サービスの実施時期等の予定
- ⑩ 利用する SSA サービス事業者
- ⑪ 軌道情報の通報先とする SSA 組織
- ⑫ レーザー光等周囲の運用に悪影響を及ぼし得る機器の使用に起因する宇宙物体の損傷等に係るリスク評価及び必要に応じた予防策
- ⑬ 異常時における情報公開等の考え方

C 軌道情報の把握・追跡可能性の確保

サービス衛星の追跡可能性は、マヌーバの監視を通じた意図・目的の評価のためにも、サービス実行における技術的安全性の確認・検証のためにも必要である。また、実効的な接近・衝突回避のためには、接近・衝突解析に用いるための軌道情報か、又は信頼性の高い接近・衝突警報の入手が必要である。

ただし、詳細な軌道情報を多方面・不特定の第三者に頻繁に提供することは、単にサービス衛星の安全な運用の妨げとなるばかりでなく、中核となるサービス行為をどのように実行するかに関わる技術情報やノウハウが漏洩するリスクと表裏一体の行為である。このため、詳細な軌道情報を公表したり、多数の第三者に提供したりすることまでを求めることは、透明性確保のためであっても基本的には行き過ぎと考えられる。

したがって、当面は、報告書作成時点における国際社会の宇宙交通管理の現状も踏まえ、我が国自身の公的な SSA 組織及び国際的に中核的と看做されている国外の SSA 組織の二つに軌道情報を提供することとし、併せて、当該国外の組織については事業者と当該組織の間において必要な調整を行った上で、その旨を対外的に明らかにすることが現実的と考えられる。

なお、この考え方の下では、我が国や事業者に負担を掛けずにサービス衛星の軌道を観測等によって把握しようとする事までも妨げようとする事は、言行不一致の

対応として無用な疑念を招きかねないことから、仮に天文観測への影響を勘案する場合においても、サービス衛星については、地上からの光学又はレーダーによる確認を妨げるステルス技術を適用しない等、追跡可能性を妨げないことが求められる。これにより、前記の SSA 組織以外の者も、観測等により自ら追跡・検証することが可能となる。

D カタログ登載情報の公表

第三者が宇宙状況監視能力により自らサービス衛星の動向を継続的に把握するためには、サービス衛星の国際標識番号等のカタログ情報により管理する必要がある。もっともこれらは、国連の宇宙物体登録簿のほか、上記Bのミッションの主要事項や前記Cのとおり調整のうえ明らかにする国外の軌道情報通報先となる SSA 組織のカタログ等から入手可能であることから、宇宙物体登録の時期について(ウ)B(a)に後述するとおり慣行の改善を必要とする可能性があるものの、基本的には、この目的に特化して新たな措置が求められることはない。

E 異常発生に係る情報提供

一般的な周回衛星と異なる能力及び運用を伴うサービス衛星に異常が生じた場合には、他の人工衛星等との関係で相対的に大きな危険や懸念をもたらすおそれがある。このため、サービス衛星自体やサービス実行過程について異常が生起した場合には、予見される危険に応じ、適時適切な情報提供が求められる。

F サービス事業者自身に関する透明性の確保

ミッションの主要事項(B)を通じて軌道上サービスを提供する事業者やサービス衛星の運用者が形式的に公表されていたとしても、これらの事業者等が、公開情報によっても有償によりアクセスできる信用情報によっても素性が掴めないような法人である場合には、国外から無用の疑念を持たれるおそれも否定できない。

我が国において軌道上サービスを構想又は準備している事業者には、現在のところ、これに該当するような法人は見当たらないが、例えば、サービス衛星の管理に関わる業務の主要な部分について、透明性の低い再委託先を用いようとする場合には、この点についても考慮する必要がある。

G 国家間協議に応じる体制の構築

意図等に疑念を持たれないためであっても技術情報等が無闇に開示できないことは既に述べたとおりである。しかし、「尋ねられても教えられないから」と言って、自国の宇宙活動に潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあるかもしれないと懸念した第三国が要請する協議に応じないことは、宇宙条約上の義務との関係で不可能であり、意図等や技術的判断の実質的な透明性確保の点や、我が国として協議を要請する側に立ち得ることも想定すれば、不適切である。

したがって、結果としてどの程度の情報提供が可能であるかは別として、国としては、国家間協議に応じる体制を構築し、その実務的な連絡窓口の情報を諸外国が輕易に知ることができる状態にしておく必要がある。

H 誠実な公表及び実行の蓄積

公表する意図等への信頼は、公表と実行が常に一致してきたという実績により強化され、審査の技術水準への信頼は、結果としての安全に常に実現してきたという実績により強化される。また逆に、言行不一致や隠ぺいを疑われる事例が積み重なると信頼を失う。

したがって、ミッション終了時には、あらかじめ公表したミッションの主要事項のとおり実行し、成功したこと、又は大きな変更点があれば当該変更点について公表することが、将来に亘って軌道上サービス事業を摩擦なく継続していく上で、極めて重要である。ただし、何をもってミッションの終了とするかは一概には決められないことや、終了措置に係る届出の内容との整合やバランスにも留意する必要がある。

(ウ) 情報開示等の要領

前記(イ)において必要性を検討した各情報項目に係る情報の開示及び共有には、個別の案件を待つことなく平素から国が主体となって措置しておくべきもの(A)と、個別の案件に応じて国(B)又は事業者(C)が実施すべきものがある。

ただし、後者についても、平素から制度を整えておかなければ実際に案件が持ち込まれたときに対応できない事項がある。またいずれについても、宇宙条約の責任集中の原則の下、国は監督責任や他国からの協議に応ずる責任を免れることはできない。

A 平素からの国の措置：審査基準等の公開【国の措置。別冊第1項】

透明性確保のため、個別のミッションを待つことなく、国が平素から講じておくべき措置としては、上記(イ)Aに述べた審査基準及び解釈運用要領の公開が挙げられる。これらについては、制定・改正の都度、リリースするだけではなく、国のウェブサイト等において、常時最新のものにアクセスできるようにしておくことが考えられる。

B 国によるミッションの主要事項の公表等【国の措置】

個別のミッションの実施に当たっては、(イ)Bに示すとおり、サービス衛星の管理に許可を与えたという事実に加え、ミッションの主要事項を公表する必要がある。これは、国連を通じて行う方法と国が自らのウェブサイト等で直接に行う方法とを併用・連携させることが可能であり、また有効である。

加えて国は、(イ)Gに示す国際協議に応じる体制の構築も求められる。

(a) 国連を通じた公表

現在のところ、各国が自国の宇宙活動について国際的に公示することを目的とした制度は、国連を含め存在しない。このため、国が第三国に対し広くミッションの主要

事項を周知し、必要に応じ電磁波エネルギー照射等に係る注意喚起¹⁶を行う現実的な方法としては、①宇宙条約第 11 条に基づき、国連事務総長に対する宇宙物体登録に係る情報提供と同時に追加的な情報としてミッションの主要事項等の情報を提供すること、及び②LTS ガイドライン B.1 に従い、国連宇宙部に対する情報提供を行うことが考えられる。

ただし、国による物体登録の手續や国連宇宙部による物体登録情報の更新は常時行われているわけではなく、現状においては適時性が確保されていない。また、宇宙物体登録の際に提供される情報項目と、軌道上サービスを運用する際に求められる情報の範囲は必ずしも一致せず、後者の方が情報量は圧倒的に多い。加えて、ミッション計画の事後的な変更等を臨機に反映していくことにも不安が残る。

したがって、宇宙物体登録と併せて国連を通じた情報提供を行う場合は、我が国自身が直接情報提供を行うウェブサイト等の情報を宇宙物体登録に関連付けつつ、軌道上サービスの実施に先立って公表することを含め、サービス衛星に係る宇宙物体登録の具体的な要領について国連宇宙部と調整する必要がある。特に、宇宙物体登録の手續及び公表の迅速化については、我が国において、現在打上げ後 30 日以内とされている報告期限や国としての国連宇宙部への通知頻度等を見直すとともに、国連側における事務処理についても配慮を要請する必要がある。

(b) 国のウェブサイトによる直接公表

ミッションの主要事項については、軌道上サービスを構成する各運用が実行される前に公表されていなければ、透明性の観点からは意義が大きく損なわれる。しかし、国連の宇宙物体登録を拡充・迅速化することによる対応は、現在の慣行の見直しが必要であり、しかも見直しをしたとしても、多くの事務手續を伴うため機動性を欠く。

このため、国連を通じて広く普遍的にミッションの主要事項へのアクセス可能性を保証しつつも、細部具体的な最新情報については、我が国自身がウェブサイト等を通じて公開することが現実的である。これにより、第三国及びミッションに直接関係しない衛星運用者は、必要に応じ、国連を通じて公表されている情報では確認できない事項について情報を得ることができる。特に第三者に有害な干渉を及ぼし得る異常や事故に関する情報については、(f)E の観点から、事業者による公表に加え、国としても主体的に発信することが求められる。

(c) 協議の機会の確保

軌道上サービスは、基本的には、サービス衛星と対象物体の間において行われる宇宙活動であるが、サービスの許可国と対象物体の登録国等以外の第三国にとって、全く干渉の可能性がないとまでは言えない。また宇宙条約第 9 条は、他国の宇宙活動が自国の宇宙活動に「潜在的に有害な干渉を及ぼすおそれがあると信ずる理由があるとき」は、協議を要請することができるとしている。

他国のこの権利を行使する機会を確保するために必要な情報提供については、登録国等以外の打上げ国との関係も含め、前記(a)(b)の措置により我が国として十分に提供できると考えられる。しかし、我が国として実際に要請があった場合に応じる義務

を果たすためには、そのための体制もあらかじめ準備しておかなければならない。

例えば、協議の要請に対応するためには、審査に際して提出された情報のみならず、許可後においても、追加の情報として、通常の審査では要求されない技術情報や、サービスの実行結果、あるいはサービスの実行過程において生じた異常発生に係る情報等が、そのまま他国に提供されることはないとしても、我が国としては、国が関係事項を深く理解するために必要となる可能性がある。これらの情報は、実務上は、宇宙活動法に基づき報告を求めること（第31条）が想定されるが、その実効性を確保するため、事業者側において必要な記録等が適切に保存される管理計画となっていなければならない。また、協議の要請は、通常は外交ルートで接収することが想定されるが、技術的なやりとりを規制当局が円滑に引き継ぐための考え方も、大枠はあらかじめ整理されている必要がある。

C 事業者が行う情報提供【別冊第4.3.1～2項】

(a) ミッションの主要事項に係る報告・公表【別冊第4.3.1項】

国が前記Bのミッションの主要事項の公表を適時に公表・更新し、信頼できる最新の状態に維持するためには、事業者の側が、軌道上サービスに係る審査の過程において国に提供した情報に加え、ミッション実行過程における意図的又は偶発的な計画の変更（宇宙活動法第23条に規定する許可又は届出を要するものに限らない。）や事故（宇宙活動法第25条に規定する届出を要するものに限らない。）等の情報を適時に報告する必要がある。また、軌道上サービスに関して求められる透明性の水準及び(i)Hに示す履行実績の重要性に鑑みれば、最終的な終了報告のほか、一連の軌道上サービス運用が複数のサービスによって構成される場合等には、個別のサービスの完了時等の適切なタイミングで、サービス行為の実行結果等を報告することも求められる。

さらに、ミッションの主要事項に加えて、国が他国から協議を要請された場合には、前述のとおり、回答の資とするだけでなく、当該協議対象となった事項を理解するために必要な情報も含め、国から照会されると想定しておくことも求められる。

ただし、いずれの場合も、技術情報に関わる場合等は、知的財産権に基づき、開示の可否について国に協議を求めることができる应考虑すべきである。

なお、ミッションの主要事項や他国から要請された協議の結果として公表される情報等については、事業者自体としての信頼性・透明性の観点から、事業者においても国と並行して開示することも有益と考えられる。特にミッションの主要事項の変更のように早期の認知が求められる情報や、下記(c)の異常や事故に関する情報のように緊急性のある情報については、管理計画に基づき、事業者としても積極的に公表することが望まれる。

(b) 軌道情報の報告・通報【別冊第4.3.1項】

軌道情報の報告・通報は、事業者自身に依拠するほかないが、(i)Cのとおり、国のSSA組織及び国が指定する国外の中核的なSSA組織に対してのみ、運用の安全確保や情報管理と透明性とのバランスを踏まえた最低限必要な通報内容、タイミング等に

より行うことが求められる。

(c) 異常時の情報提供【別冊第 4.3.2 項】

サービス衛星の制御を喪失したときなど、サービス衛星に関して発生した異常や故障が、復旧も安全なミッション終了も不可能な事態である場合には、通常時に行う上記(a)のミッションの主要事項の更新や(b)の軌道情報の SSA 組織への通報だけでは、第三者に対して有害な干渉を及ぼすリスクを十分に低減できないことから、(i)Eに示すとおり、より広範な相手先により迅速に情報を提供することが求められる。

したがって、実際にそのような事態が生じても円滑に対処できるよう、異常時において、国との緊密な意思疎通・連携の下、必要に応じ報道機関を通じて一般に公表する等、より広い範囲に対して国及び事業者双方により注意喚起の発信や段階的な更新情報の配信等を行うための判断基準や手段・手順の大枠、想定連絡先、連絡フォーマット等を定めておく必要がある。

なお、異常発生に関する情報の公表は、場合によっては公表の意図に反して誤ったリスク認識を生じさせる危険のあるものであり、繊細なリスク・コミュニケーションが求められる。この点で、どのような異常が発生した場合に即時公表を行うか等について、事業者が準備する審査資料等に基づき作成されるミッションの主要事項の一部（(i)B中「⑬ 異常時における情報公開等の考え方」）として事前に整理し、公表しておくことは、極めて重要である。

(2) 構造・管理計画に係るルール【別冊第 5～6 項】

軌道上サービスの技術的な安全の確保に係る要求は、宇宙活動法の構成に従えば、基本的には構造に係る要求（第 22 条第 2 号）と管理計画に係る要求（第 22 条第 3 号）により区分される。ただし、実務的には、機能・性能を運用でカバーするという対応やその逆もあり得ることから、本節及び別冊の該当部分においては、必要に応じ、構造と管理計画の双方に跨る形でも満足すべき要求を定義する。

なお、対象物体にランデブし、ある程度接近した後に遠隔で撮像等を行う軌道上における点検サービスも軌道上サービス一般に係る要求の適用対象に基本的には含まれるが、具体的にどこまで接近する場合に適用対象となるかについては、ミッション内容を踏まえて個別に判断する必要がある。また、エ(i)項に個別要求を記載した「意図的な分離物や電磁波エネルギーを用いたサービス」については、サービス衛星本体とは別に、分離物や電磁波を管理対象として適用範囲に含める。

ア 対象物体の設計情報等の確認【別冊第 5.1 項】

ランデブ・ドッキングを行うサービス衛星と対象物体のインタフェースは、理想的にはあらかじめ地上で検証されていることが望ましい。しかしながら、軌道上サービスというミッションの性格上、通常は、対象物体側は既に軌道上にあると想定されるため、地上における end to end 試験等を求めることは現実的ではない。

したがって、特に重要なインタフェースについては、対象物体を管理する事業者から

対象物体の技術情報を入手し、解析やシミュレーションによる評価などによってリスク低減をはかることが基本的な対応と考えられる。また、入手したクライアント衛星の設計情報は、下記エ(ア)において求められるハザード解析においても考慮し、異常・故障の影響評価や対策の検討に活用することが安全上重要である。

なお、能動的デブリ除去を行うような場合において、対象物体の管理者が不存在であったり、あるいは詳細な設計情報が残されていないような場合には、サービス衛星の機能や運用方法によって安全に運用を成立させられることを入手可能な情報の範囲で評価することが求められる。

イ サービス衛星の構造【別冊第 5.2 項】

軌道上サービスに係る一連の運用を通して安全を確保するためには、下記ウ(ウ)(エ)やエ(ア)で求めるように①ノミナル運用の内容をできるだけリスクが低いものとするとともに、②特定の故障モードの影響で何らかの被害が予想される場合には、その故障モードの発生頻度を低減したり、あるいは発生時の対処手段等を設けたりすることが重要である。このため、これらの妥当性を評価する前提となるサービス衛星の機能及び性能が適切に確保され、かつ、それが基本情報として把握される必要がある。

ただし、この構造に関する要求は、あくまで安全上必要な最小限の内容の確保及び確認を目的としていることから、ウ(ウ)(エ)やエ(ア)に関連のない設計情報や不必要に精緻な情報についてまで提示が求められるべきではない。また、別冊第 5.2 項は、「提示すべき事項」として、検証内容として一般に想定されるものを記載しているが、要求の趣旨に照らして妥当な方法、内容等であれば、例示されているもの以外の他の選択肢が採られることを排除するものではない。

なお、別冊第 5.2 項に掲げる個別機能に係る要求について、特に補足を要する事項は次のとおり。

- ① 電力供給能力は、運用環境下で想定される太陽電池の発生電力が日陰等により不十分な場合にも、バッテリーの充電容量を踏まえて必要な供給を確保できるものであること。
- ② 通信回線は、確保が必要なタイミングが識別され、かつ、地上局について十分な選択肢が存在する等によりそのタイミングで確保できる見込みがあること（実際の運用において、どのタイミングにどの局を使用するかは拘束されない。）。
- ③ オンボートの自動処理機能は、自動化処理自体が異常の原因ともなり得ることに留意して実装すること（不必要な自動化は推奨されない。）。
- ④ 熱制御に係る塗料や熱制御材は、レーダー等に対するステルス機能の付与を懸念する見解の存在を踏まえ、熱制御機能に係る必要と透明性の必要の双方を満足するものとする。
- ⑤ 構体は、軌道上運用時の荷重条件が打上げ時の荷重条件に包含される場合には、あらかじめ強度評価を示す必要はない。ただし、例えば軌道上で展開されるアンテナ等、軌道上運用時の荷重条件の方が打上げ時より厳しくなるような場合には別途確認す

ること。また、サービス衛星の運用によってクライアント衛星が破損しないことについても示すこと。

- ⑥ 別冊第 5.2 項に例示されているサブシステム以外で重要と識別される機能についても、軌道上運用時における安全確保対策やハザード防止対策の必要性を検討すること。

ウ サービス衛星の管理計画【別冊第 5.3 項】

(ア) 対象物体の軌道上における状態の把握【別冊第 5.3.1 項】

サービス衛星の設計段階において対象物体の詳細な設計情報が入手できないとき等、対象物体の状態をある程度仮定した上でないと安全な運用が見込めない場合には、実際の運用の過程において対象物体の状態（例えば、回転の状況、破損状況等）が事前の想定範囲内であることを確認しつつ運用を進める内容の計画及び手順とする必要がある。

なお、本サブワーキンググループに軌道上サービス事業者から実務者メンバーとして参加した者からは、この対象物体の状態把握に係る要求が設けられることによって、ミッション実行中の運用者に対してまで無制限に状況報告が求められることにならないかとの懸念が示された。しかし、本要求は、あくまで計画及び手順に反映することを求めるものであり、ミッション実行中に事業者が求められる情報提供は、前述の（1）ウ(ウ)Cに掲げる透明性に係る情報提供に限定される。

(イ) ランデブ等を実行する宙域の状況把握【別冊第 5.3.2 項】

サービス衛星と対象物体の間の衝突防止だけでなく、サービス衛星又は対象物体が周辺の領域内又は軌道上にある第三者の宇宙物体と衝突することも防止するため、信頼できる宇宙物体のカタログを有し、宇宙物体間の衝突可能性を含めて宇宙状況を監視するサービス（以下「SSA サービス」という。）を利用することは必須である。現時点では米 CSpOC 以外の現実的な選択肢は明示できないが、将来的には民間事業者や EU-SST などからも十分信頼できる SSA サービスが提供される可能性がある。

なお、将来仮に民間事業者の SSA サービスに全面的に依拠できる状況が到来したとしても、透明性確保の観点から、上記（1）ウ(ウ)Cに述べるとおり、米 CSpOC に対する情報提供は継続される必要がある。

(ウ) 軌道設定の原則及び例外【別冊第 5.3.3～4 項】

遠方から対象物体近傍域まで接近するに当たっての軌道は、非衝突軌道（passively safe trajectory）を採ることが best practice として国際的に広く推奨されており、別冊第 5.3.3 項は、この推奨に沿った規定である。ただし、軌道上サービスを実行するためには、何らかの理由により非衝突軌道が採れない、あるいは衝突確率が十分小さいとは言いきれない軌道を採用するを得ない場合もあることから、このような場合には、同第 5.3.4 項に沿って適切な衝突防止管理を行いつつ衝突軌道を採用することとしても、安全

確保上問題ない。

なお、どの程度の衝突リスクを危険とみなすかについては、現時点において国際的に統一された指標はないことから、公開されている複数の基準（例えば、確率をベースとする考え方もあれば、相対距離で判断する考え方もある。）等を参考に、当該ミッションが採りやすい評価・判断手法を適用することとして差し支えない。

(イ) 捕獲・結合時における安定運用の確保【別冊第 5.3.5 項】

捕獲・結合時のリスクは、技術的な方式によって大きく異なる。

例えば、ロボットアームのような機構で結合を行う場合には、機構の構成部品の噛み込みや潤滑不良のような物理的要因のほか、機構を駆動する装置の故障や電力供給の停止といった制御系の故障によっても結合又は解放動作の途中で停止する故障モードが想定される。この場合、サービス衛星と対象物体は、結合も分離もどちらもできない構造的に不安定な状態となり、その時点で安全にミッションを取りやめることすらままならなくなることが懸念される。また加えて、正常に結合が完了できた後についても、二つの物体が一体となった状態でその後の姿勢制御や熱制御などが問題無く継続できるかどうかについて、評価・確認が必要となる。

他方、能動的デブリ除去のために利用が検討されている投網や鉤のような捕獲方式を採る場合には、二つの物体が剛に連結していないため、挙動が不安定な物体を牽引した状態のままサービス衛星が安全に運用できるかが問題となる。

このように、結合方式によって捕獲・結合後におけるリスクや中途半端な結合状態でシステムが停止した場合のリスクが異なるため、採用する方式に応じてリスク低減策を検討し、講じる必要がある。

(オ) 運用段階移行に係る判断基準の設定【別冊第 5.3.6 項】

サービス衛星の状態は、オンボードや地上のモニタ機能等を用いて定常的に確認されていることが想定される。しかし、特にシステムの動作モードや運用モードなどが切り替わるようなタイミングにおいては、インターバルを設けて以後の運用に必要な機能の健全性や運用の前提条件の成立状況などについて全体的な確認を行うことが推奨される。またこの全般的な確認には、必要に応じ、対象物体側の状態や周辺領域・軌道で運用されている第三者物体との干渉に係る状況確認も含まれる。

確認の方法は、チェックリストを用いるような簡易的なものから、オンボードの計算結果等を地上側で再確認・再評価するような手間を要するものまで、状況に応じて様々に選択し得る。しかし、いかなる手法によるにせよ、不測の事態を効果的に予防する観点から、運用の要所要所においてまとまった状況確認を行うことが望まれる。

なお、所定のチェック項目に対してNGと判定された場合には、そのまま運用を続行した場合のミッション成立性、安全上の影響、運用上の対策等を検討・評価し、その上で以降の対応を判断することが求められる。

エ 構造又は管理計画により満足すべき要求

(7) 故障モード等の識別及びリスク低減【別冊第 5.4 項】

A 衝突等のハザードの防止

衝突等のハザードを防止するためには、故障の木解析 (fault tree analysis : FTA) や故障モード及び影響解析 (failure mode and effect analysis : FMEA) 等の手法を用いてハザードの原因となる事象を体系的に抽出し、それらに対し個別に対策を採ることが効果的である。この際、同じ故障モードであっても発生するタイミングによって影響が異なることから、リスクは異常・故障が発生した場合の影響度だけでなく、その事象がハザードを引き起こすようなタイミングに発生する可能性を加味して評価する (当該評価の結果、ある故障モードが最悪のタイミングで発生すると衝突に至るとしても、そのようなタイミングがミッションを通して極めて限定される場合には、確率的な観点からリスクを受容するという判断もあり得ることになる。)

FMEA 等の結果、例えば、開発の早い段階で特定の故障モードのリスクが高いと評価されたような場合には、そのような脆弱性を設計の改善によって補うことも選択肢の一つとして想定される。しかし、設計変更によって設計が複雑になったり、あるいは意図せず他の脆弱性を埋め込んでしまうなど、かえってシステムの安定性を損なうおそれもある。このため、識別された故障モード等に対応する具体的なリスク低減策は、特に注意して検討する必要がある。

なお、ハザードの原因となる事象として、例えば系統や機器レベルの異常・故障モードが構成部品等に係る故障影響を代表できる場合には、それ以上 (部品単位等) に細分化した分析をしないとしても、最終的な対策には影響しないと考えられる。

B 故障その他の異常時の対応手順等の設定

軌道上サービスのように、サービス衛星の運用内容が複雑かつ変化に富んでいるような場合には、異常や故障が生じてから対応策や手順を立案しても衝突事故などの予防に間に合わない可能性が高い。このため、前記 A における FMEA 等の結果に基づき、発生頻度が比較的高いと評価される故障モードへの対応や、汎用性が高い手順 (特定の状態からの復旧手順等) をあらかじめ準備しておくことが望ましい。特に、発生した異常や故障に対する一時的な処置 (例えば、セーフモードへの移行) 等、地上との交信を待たずに実施しなければ被害の拡大が見込まれるような対応については、極力オンボードのコンピュータが自動で対処できるようにすることが、リスク低減の観点から有効である。

なお、あらかじめ全ての異常・故障を想定して手順を準備しておくことは非現実的であることから、当該準備はあくまで前記 A の FMEA 等の結果に沿って優先度の高いものを中心に行い、既存の手順の組み合わせや実運用時の対応で間に合うようなものについては、対応方針のみが明確にされていれば差し支えない。

(イ) 特定ミッション機器に係る安全対策【別冊第 5.5 項】

軌道上サービスの一形態として、電磁波エネルギー等を用いて遠隔で行うサービス（例えば、レーザー照射による能動的デブリ除去等）が構想されている。このような遠隔で物体や電磁波エネルギーを放出するミッションは、ミッション内容が対象物体の存在を前提とするか否かにかかわらず、放出物や電磁波エネルギーによって軌道上の他の人工衛星等に対して危害を加えてしまう懸念がある。したがって、当該ミッションに係る機器を搭載し、運用する場合には、その高度やエネルギー量を踏まえて放出物や電磁波が他の宇宙物体と干渉するリスクを評価し、干渉のリスクが小さくなるような仕組み又は措置を講じることが求められる。

(ウ) サービス衛星の管理を保全するための要求【別冊第 5.6 項】

一般的な周回衛星を念頭に置いた人工衛星の管理に係る許可一般に関するガイドラインにおいても、セキュリティ対策に係る要求は記載されているが、これは基本的には情報漏洩や窃取を念頭に置いた形で整理されている。他方、軌道上サービスを行う衛星のように「意図して非協力物体近傍に接近する能力、他衛星を妨害する能力」がある人工衛星については、その利用の目的及び方法から逸脱せず、乗っ取りなどによって当該衛星が不当に他の人工衛星やその管理を害することに用いられたいしないよう、通常の人工衛星よりも強くセキュリティ上の配慮が必要である。

地上から人工衛星の管理を行うに当たっては、①通信回線の接続と②コマンド及びテレメトリの送受信という 2 段階のアクセスが必要であるが、一般ガイドラインにおいて人工衛星の管理設備に係るセキュリティ対策（②の保全）が既に求められている。このため、今回の検討においては、新たに①の排他性を保証するための通信のセキュリティ対策を要求することとした。

またそれに加え、仮にサービス衛星の管理を喪失し、又は窃取された場合においても事態の把握ができるよう、人工衛星と地上間の通信状態の監視を求めることとした。なお、一般に人工衛星との通信は地上局の可視帯においてのみ可能である状況を踏まえ、監視の頻度については「適時」としており、他の通信衛星を利用して通信を常時確立した状態を維持することを前提とした監視までは求めていない。

オ サービス衛星の管理等を実行する運用体制の構築【別冊第 6 項】

一般的な人工衛星の管理の許可においては、主に異常事態への対応や人工衛星管理設備のセキュリティ対策について適切な管理体制の構築が求められており、これはサービス衛星についても同様である。しかし、サービスを行う衛星においては更に、第三者物体の運用に脅威を与えないことや透明性の確保、セキュリティ対策等といった点について、一般の周回衛星については明示的に課されない細目要求が加重されている。

したがって、サービス衛星の管理を計画にするに当たっては、実行が求められるサービス衛星特有の事務事項や運用上の要求をあらかじめある程度まで具体化した上で、これを実行する運用体制を構築する必要がある。

3 軌道上サービスに起因する損害賠償責任に関するルール

サービス衛星は、一般の周回衛星が他の宇宙物体との接近・衝突を回避する前提で運用されていることとは対照的に、軌道上サービスを提供するために対象物体に接近し、必要に応じて衝突軌道を選択するより高リスクの運用を前提としている。加えて、その過程で行われる複雑なマヌーバに際しては、通常地球周回軌道を航行する場合以上の衝突リスクを負うことになるほか、対象物体を地球に再突入させる場合には、地上損害を生じるリスクやその責任分担について、軌道上サービスによらない終了措置とは異なる考慮が必要となる可能性がある。このため、国として自ら許可する軌道上サービスへの信頼を確保し、振興を図るに当たっては、軌道上サービスに起因して生じ得る損害について、サービス衛星の運用事業者及び潜在的な被害者が負うリスクに適切に対応する備えについて考えておく必要がある。

(1) 我が国における従来の議論

人工衛星の管理に起因する損害賠償責任を巡る国と人工衛星の運用事業者の関係に係る主要な論点としては、①宇宙損害責任条約に基づき国が他国の請求に応じて支払った損害賠償額の全部又は一部について、事業者が原因者である場合に求償するのか、また求償するとしてどこまで求償するのかという論点と、②事業者が事故当事者間の損害賠償請求に応じるための付保等を義務付けるか否か、義務付けるとして一定額を超える部分について政府が補償するか否かという論点がある。いずれの論点についても、国民の負担と被害者の保護、さらには事業者の保護の間のバランスについて絶対的な最適解があるわけではなく、国際的にも、その対応は各国それぞれというところが現状である。

我が国においては、このうち求償の問題については、2016年の宇宙活動法の成立以来、今日に至るまで、人工衛星等の打上げにより生じた損害についても人工衛星の管理により生じた損害についても何ら具体的な措置は定められておらず、国としての考え方についても、特に明確な方向性は示されていない。他方、政府補償については、現在、宇宙活動法において、人工衛星の打上げについて打上げ事業者に対する無過失責任と責任集中を前提に、損害賠償担保措置（保険の付保等）の義務付けと政府補償を規定している一方、軌道上における人工衛星の管理については地上・航空機の第三者損害に対する無過失責任を定めているのみであり、仮に軌道上における人工衛星の管理について損害が生じた場合の担保は、事業者が任意に調達する民間の保険に委ねられている。

この人工衛星の管理に係る政府補償については、2017年に有識者と政府関係者からなる「宇宙ビジネスを支える環境整備に関する論点整理タスクフォース」が設置され、その検討成果が2018年6月の第70回宇宙政策委員会に「軌道上の衛星間衝突事故及び宇宙資源関連活動に関する主な論点」として報告された¹⁷。同報告は、軌道上における人工衛星間の衝突事故に関して主な論点を整理するものであり、具体的な政策提言を

含むものではなかった。しかし、検討自体はその後も続けられ、同年12月には、宇宙政策委員会宇宙法制小委員会によって「人工衛星の軌道上での第三者損害に対する政府補償の在り方（中間整理）」（以下「中間整理」という。）がまとめられた¹⁸。

中間整理は、①法目的の観点（被害者救済の観点等）、②経済的観点（民間保険市場での対応が困難か）、③国際制度比較及び④産業振興の観点から検討を深め、「現時点〔2018年12月〕において、軌道上政府補償制度について早急な制度導入を行うことは、各論点を検討すると、TPL保険や補償料負担等の前提によって効果が異なることや、事業者によって選好が異なることもあり、具体的な制度化までの環境が熟しているとは言えなかった」として具体的な政策方針を示すことは見送られた。もっとも、同時に「宇宙空間をめぐる情勢変化の早さ〔マ〕や宇宙空間の特殊性等を踏まえれば、状況を常に確認しながら機動的に対応していく必要がある」との共通認識も示されており、中間整理が早期に見直される可能性にも留意したものであった。

（2）求償又は政府補償についての検討再開の必要性

2018年の中間整理は、「状況を常に確認しながら機動的に対応していく必要」を指摘したが、本サブワーキンググループは、今回の検討を通じて状況を確認していく中で、「機動的な対応」——すなわち求償・政府補償のあり方についての検討再開——の必要が生じていると認識するに至った。

ア 人工衛星の管理に起因する損害リスク

「機動的な対応」を必要とする状況の変化の第1は、サービス衛星の管理から甚大な地上損害が生じるリスクを現実のものとして捉える必要性が従来に比べ高まる等、人工衛星の管理に起因して発生し得るものとして想定される損害の内容に変化が生じてきたことである。

人工衛星等の打上げに政府補償が付されている背景には様々な考慮が存在するが、これらはいずれも、基本的には、打上げには、確率は低いとしても、日本国民をはじめとする一般公衆に被害を生じ、かつ、その損害額も莫大なものとなり得る地上損害のリスクが存在することを当然の前提としている。

対して人工衛星の管理は、運用失敗時を除けば、主に終了措置としての制御再突入や管理終了後の高度低下の結果としての再突入のケースについて地上損害のリスクが存在し得るが、人工衛星はこれらの地球再突入に際して十分に燃焼する構造とされているため、通常は、甚大な地上損害の可能性は、人工衛星の管理に係る現実的なリスクとして扱われていなかった。実際、中間整理は、「事業者が想定する最大損害額」として「衝突事故による最大損害額」を挙げ、その額について「概ね数百億円以下との見解が多い」ことを論拠とした上で経済的観点の検討を行っており、地上損害の可能性は考慮に入れていない。

しかし、商業的な軌道上サービスが現実のものとして視野に入ってきて来つつある今日においては、この前提は改める必要が生じている。なぜなら、例えば、軌道上サービスの

一つである能動的デブリ除去において、事故等の異常により仮に計画を外れた再突入が余儀なくされてしまうと、最悪の場合には、経年変化的な高度低下による再突入や制御再突入よりもはるかにすくない総熱量しか受けられない形で再突入し、相対的にインパクトの大きい燃焼残存物が地表に到達する可能性も否定できず¹⁹、地上での第三者損害の発生可能性を考慮する必要があるからである。

加えて、衛星運用者の増加やラージコンステレーションの実用化に伴い、一般の周回衛星も含め、特に低軌道上において接近・衝突を回避しなければならない機会や複雑性が増大し続けていることにも注意を要する。中でも、サービス衛星については、能動的デブリ除去を実行する場合に限らず、このような接近・衝突のリスクは相対的にさらに高いものとなる。これらを踏まえれば、軌道上における衝突損害の発生率も必然的に高まることが予想される²⁰。

このような再突入による地上損害の可能性や接近・衝突リスクの高まりを考慮に入れるならば、一般公衆（ただし日本国民ではない可能性も大きい。）である被害者救済の観点や民間保険市場での対応可能性について、中間整理の時点とは異なる前提から見直しが必要となる。

イ 国際比較及び産業振興

状況の変化の第2は国際比較及び産業振興の観点からの必要性である。既に見たとおり、求償及び政府補償の問題に関し、我が国は、求償について特段の制度を設けない一方で打上げに関する政府補償を定めている。しかし海外を見ると、英国等において、国の事業者に対する求償の根拠を明確化し、その上で求償額に制限を設ける事例が見られる。

例えば、英国における我が国の宇宙活動法に相当する現行法である1986年 Outer Space Act (OSA) は、英国政府が第三者に対して負う損害賠償責任について、損害を引き起こした事業者が負担すること（すなわち、英国政府が求償できること）を定めているが、2015年の改正により、英国から許可を受けた活動（人工衛星等の打上げと人工衛星の管理とは特に区別されていない。）に関しては、この英国政府への賠償額に上限を設けることができるとされた。

この第三者損害賠償責任に関する求償権及び求償額の制限は、近く施行見込みの2018年に成立した Space Industry Act (SIA) にも引き継がれているが、これら OSA と SIA の求償制度は、負担した損害の一定程度を事業主体に対して請求できることとすることにより、英国政府を非政府主体の宇宙活動に起因する損害賠償責任リスクから守りつつ、事業者を限度額を超える求償及びそのための付保から保護する²¹点では政府補償と似通った効果も持つものとなっている。

英国と同様な求償制限は、本サブワーキンググループが調査した範囲では、フランスにも存在しており、当該措置は、これらの国において、万一、国が国家間において損害賠償請求を受けた場合のための財源を担保するものとなると同時に、事業者が求償される限度を必要に応じ設けすることにより軌道上において人工衛星を運用する事業への

参画や産業全体の発展を後押しする施策となっている。

このような制度が存在しないことにより、我が国においては、人工衛星の管理に係る損害賠償責任リスクに関連して、国及び事業者の双方に次のようなデメリットが生じている。

- ① 国にとって、許可を与えた人工衛星の管理に起因する損害について、万一、第三国や私人から条約に基づく賠償請求を受けた場合に、当該管理を行った事業者に求償できない結果に終わる可能性があること。
- ② 事業者にとって、最終的には国から求償されず、又は求償されてもそれに応じずに済む可能性があるとしても、限度額のない求償に関する争訟に巻き込まれる可能性も否定できず、事業者においてリスクが予見できないこと。
- ③ 事業者にとって求償の有無が明確でないために、これから発展する可能性のある軌道上サービスに取り組むような事業者から、我が国の事業環境が忌避される可能性があること。

本報告書の冒頭で触れた軌道上サービスの実現に向けた急速な進展とその将来的な可能性、さらには我が国にとっての軌道上サービスに係る技術の重要性に鑑みれば、英仏等とのこのような事業環境の相違を放置することは決して好ましいものとは言えない。したがって、我が国として求償についての考え方を明確化した上で、これに限度額を設けるか、又は人工衛星の管理について何らかの政府補償を可能とすることにより、我が国において軌道上サービスを実施するリスクを低減し、インセンティブを付与することを検討する必要がある。

(3) 検討再開に向けた提言

中間整理の方向性を見直し、求償の制限又は人工衛星の管理への政府補償の導入を検討するに当たっては、特に次の点に留意する必要があると考える。

ア 求償及び補償のあり方の一体的な検討

宇宙開発利用を巡る情勢変化の速さを踏まえれば、今後、軌道上サービスが新たに国際競争にさらされるようになっていく可能性は否定できない。この観点からは、人工衛星の管理に係る求償制限や政府補償の制度を導入している国が英仏等の一部にとどまるとしても、我が国がこれら先行する国の一つとして加わることは、十分に合理的な判断となり得る。

その際、英仏の事例では、事業者に対する求償額に上限を設けるという施策が採られていることや、我が国の求償への姿勢が不明確であることが事業リスクになりかねないことを踏まえ、事業者が請求される損害賠償額の一定額を超えた部分を政府が補償するという宇宙活動法が既に採用している方式に拘ることなく、広く、国と事業者の間の求償及び補償のあり方全体を検討することが望まれる。

イ 求償制限・政府補償の選択的な適用

人工衛星の管理に求償制限や政府補償が導入された場合には、英国の事例や我が国の打上げに関する政府補償制度の例に照らせば、制度の導入とセットで第三者損害賠償責任保険の手配等を義務付けることになる可能性は十分にある。一方で、事業者の規模や事業態様によっては、これらの産業育成を念頭に置いた施策が採算性の観点から却って宇宙産業への参入障壁となってしまふという矛盾した結果を招く可能性が否定できないことにも留意が必要である²²。

また、例えば IADC ガイドラインを根拠とするいわゆる「25年ルール」に基づいた人工衛星の設計・運用を各事業者が自助努力として行っているように、多くの事業者が規制やリスクへの対応を「呑み込み」で行っている中であって、軌道上サービス等の一部の限られた種類の人工衛星管理を行う事業者だけが、リスク費用について国の事実上の補助を受けられる結果にならないかについても、別途考慮する必要がある。

したがって、政府補償等の措置とこれに付随する第三者責任賠償保険等の義務付けは、例えば公益のために運用される人工衛星である等、ミッションの目的を許可審査の過程において判断し、また保険手配の義務付け及び政府補償等が不要と考えられる衛星管理は除外する等、宇宙産業全体の公平性が担保される形で、計画毎に異なるリスクや採算性等に応じて、ケース・バイ・ケースにより選択的に適用する方向で検討することが望まれる。

4 軌道上サービスに関するその他のルール

人工衛星の管理に係る許可に関する要求事項にも、許可に伴う条件的な要素にも当たらない論点として、本ワーキンググループは、我が国が管理許可を与えるわけではない軌道上サービスへの対応に関するルールと能動的デブリ除去——自ら終了措置を実行できない人工衛星等や既存のスペースデブリを除去していく軌道上サービス——のために必要な費用の負担のあり方に関するルールについて検討した。

(1) 我が国の許可に係らない軌道上サービスへの対応

ア 我が国の許可を得ない打上げ

宇宙活動法は、国内に所在する打上げ施設か日本国籍の船舶・航空機からの打上げ(第4条)と、国内に所在する地上局から行う人工衛星の管理(第20条)の許可を定めている。そのため、我が国の事業者が他国からサービス衛星を打ち上げ、かつ、その管理も他国から行う場合には、当該衛星を我が国事業者が所有し、さらには仮に我が国が宇宙物体登録まで行ったとしても、宇宙活動法は適用されず、国として実効的に監督を行うことはできない。

他方、宇宙条約は、自国の宇宙活動については、非政府団体によるものであっても国が国際的責任を負うことを定めるとともに(第6条)、「自国の宇宙活動」に該当するか

否かを区別せず、自国民の活動による潜在的に有害な干渉に係る他国との国際的協議を義務付けている（第9条）。このため国は、宇宙活動法の適用の有無にかかわらず、我が国の事業者による宇宙活動について、一定の責任を果たすことが求められる場面が想定されている。

さらに、仮にサービス衛星について、他国が管理許可を与え、我が国としては管理の許可を行わなかったとしても、サービス事業者が日本国民（法人を含む。以下同じ。）であることを以って、我が国が打上げを行わせた国であるとされた場合には、我が国は、サービス衛星により引き起こされた損害に対して賠償責任を負うことにもなる。

したがって、今後、我が国の事業者が、軌道上サービスのような比較的リスクの高い商業的宇宙活動に本格的に乗り出していくに当たって、地上局の選定等の自由度を許容しつつ、国として責任を持てる形で下支えするためには、日本国民が行う我が国の管理許可を必要としない宇宙活動に対する監督・求償のあり方について、検討していく必要がある。

イ 我が国の管轄物体に対するサービス

第2章において、本サブワーキンググループは、我が国として軌道上サービスの許可を与えるに当たって直接必要となるルールを検討したが、この中で、対象物体の登録国等との関係に関わる要求を複数整理した。これは、登録国等の対象物体に係る管轄権や潜在的に負うことになる損害賠償責任リスクを考慮した結果であるが、立場を逆にして考えれば、我が国が管轄する宇宙物体が、他国が管理許可を与えた軌道上サービスの対象となった場合には、事業者から国への管理許可の変更申請等が必要となるほか、当該他国から我が国に対して通知等が行われることが想定される。

したがって、相互主義及び政策の一貫性確保の観点から、我が国としても、他国の許可に基づく軌道上サービスへの対処方針や手続等を定めておく必要がある。例えば、我が国が登録国である宇宙物体に対する軌道上サービスについて、所有者等からの届出に基づき、国が安全性・透明性等を確認し、必要に応じ許可国に国際的な協議を要請する等のプロセスを検討することも考えられる。

（2）デブリ発生の外部不経済への対応

ア デブリ除去費用の外部性

軌道上サービスの多くは、点検・修理や燃料の補給等、対象物体の所有者等が具体的なメリットを享受するものであるため、技術的に確立され、合理的な費用対便益さえ確保できれば、事業の成立性は工夫次第で十分に出て来ると考えられる。しかし、能動的デブリ除去については、権益を有する静止軌道上のスロットから不動化した人工衛星を除去する場合やラージコンステレーションの健全な新陳代謝のために不動化した人工衛星を除去する場合等の限られたケースを除けば、スペースデブリ発生の原因者となる事業者に除去費用を負担する動機となるメリットは明示的ではない。

この点、終了措置を例外なく義務付ける制度が導入されれば、少なくとも、それ以降

に打ち上げられ、又は管理が始まる人工衛星等については、その義務の程度により、終了措置を実行できなかった場合には能動的デブリ除去が必要となる。しかし、現在のところ、我が国を含め、そこまで徹底して終了措置を要求している国は見当たらない。もちろん、過去に打ち上げられた人工衛星等である既存のスペースデブリについても、除去の責任を負わせる枠組みなど存在しない。そのため、デブリ除去費用は、現在のところ、人工衛星等を打ち上げ、又は管理する当事者にとって、敢えて負担する必要のない外部費用となっている。

しかも、さらに深く現状を見れば、単に原因者に除去費用を負担するメリットも義務もないばかりではなく、場合によっては、そもそも原因者を特定できなかったり、特定できたとしても否認されたり、あるいは、人工衛星等の所有権を放棄できるかについて一致した解釈が存在しない中、所有権を放棄したと主張されるケースさえもあり得るのが現実である。また事業者から国のレベルに焦点を移しても、国際法上の打上げ国を一か国に特定できない場合もあることから、対象物体たる各スペースデブリに主として責任を負うべき国を単純には決められないという問題がある。

イ 環境の変化とルール作りへの期待

スペースデブリの発生が負の外部性を有している上に、責任の所在も特定し難いという現状は、スペースデブリ問題を単に「共有地の悲劇 (tragedy of commons)」の状態に置くだけでなく、その解決につながり得るデブリ対策を巡る国際的な議論にも影を落としてきた。例えば、デブリ問題への取組を含む最も新しい国連レベルの指針である LTS ガイドラインを含め、国際社会におけるデブリ対策の議論は主としてデブリ低減策 (mitigation) についてのものであり、デブリ削減・除去 (reduction and/or removal) についての議論は、これまであまり積極的には展開されてきていない。この背景には、これまでデブリ除去が技術的に実証されていなかったことももちろんあるにせよ、やはり除去費用確保の点から現実感が乏しかったことがあったと考えられる。

我が国においても、デブリ除去技術の研究開発や昨年 11 月のスペースデブリに関する関係府省等タスクフォースにおいて合意されたような政府衛星のデブリ化を防止する取組等は推進されてきた一方、事業者に対してデブリ除去の能動的な実施又はデブリ除去費用の負担を促すインセンティブ付けといった経済的・政治的な観点については、国際的な動向と同様、これまで十分に議論されてこなかった。

しかし、このような能動的デブリ除去を巡る状況は、この数年で大きく変化している。まず技術面では、我が国の JAXA とアストロスケール社が、冒頭に紹介した CRD2 事業において、2022 年度に大型デブリへの接近・観測技術等を実証予定であり、2025 年度以降には大型デブリの除去そのものの技術実証を計画している。また国際的にも、米国 (Space Logistics 社)、スイス (ClearSpace 社) 等がデブリ除去に関する計画を進めており、やはり研究開発のフェーズから技術実証のフェーズへと進みつつある。

また外部性の問題を生じないビジネス需要という経済的観点からも、能動的デブリ除去の事業としての成立性・実現性は高まりつつある。例えば、海外のいわゆるラージコ

コンステレーション事業者の中には、コンステレーション機能の維持という自らのビジネス目的から、故障等によりデブリ化した衛星の入れ替えに備えて、あらかじめ除去のためのドッキングプレートを搭載する企業も登場しており、単に、「理論的に考えればラージコンステレーション事業者に入替ニーズがあるはず」と想定されていたに過ぎなかった従来とは、異なる段階に入ってきている。

このような民間を主体としたデブリ除去技術の急速な発展とビジネス機会拡大への期待に伴い、現在、デブリ除去を巡る議論の焦点は、ラージコンステレーションのように自発的な除去ニーズがあるわけではない、一般のスペースデブリの除去費用のあり方という政策的・制度的な課題へと移りつつある。言い換えれば、「政府がどのような枠組みを国内外において構想・設計し、能動的デブリ除去を商業的に成立させるためのビジネス・エコシステムを確立していくのか」を明らかにすることが、今、求められているのである。

ウ デブリ除去のルール化に向けたアプローチ

デブリ除去のビジネス・エコシステムを形成していくに当たっては、規制により義務付ける制度とインセンティブにより促す制度のいずれも設計できる。しかし、民間の事業者に許可条件として要求してデブリ除去費用を内部化させる制度は、一か国が単独で導入すると効果が極めて限定される上に自国産業の国際競争力を損なうおそれがある。また、インセンティブにより内部化を図る制度は、規制のように競争力を損なうおそれはないものの、効果はやはり極めて限定されるという問題がある。しかも、スペースデブリの増加が抑制されたり、あるいは減少するという効果には正の外部性があるため、他国が「自国が努力しなくても他国が環境改善をしてくれる」という状況に安住してしまうおそれもある。

このため、これらの特徴を共有するグローバルな環境問題（温室効果ガス排出や海洋汚染等）において国際協力が不可欠とされているように、デブリ除去費用を内部化させる制度・ルールについても、可能であれば普遍的に、少なくとも宇宙開発利用に係る市場の大部分を占める有志国等と国際的に協調して、その導入を目指す必要がある。

ただし、国際的な協調が必要であるからと言って、過度に慎重になることもまた適切ではない。むしろ、能動的デブリ除去が国際的にビジネスとして確立していない今こそ、我が国が官民を挙げてデブリ除去技術を発展させつつ、デブリ除去費用を内部化させる制度・ルール作りに率先して取り組み、国際的な制度化・ルール化を提案していく好機であるともいえる。

また、スペースデブリの増加が宇宙空間の開発利用に与えている脅威は放置できないとする国際的な共通認識を踏まえれば、ルール作りを主導しようとする取組は、責任ある宇宙大国として、宇宙空間の安定的利用に向けた我が国の規範形成力の源泉ともなり得る。特に、昨年11月に関係府省等タスクフォースが打ち出したような政府衛星についてデブリ除去費用を内在化する取組は、民間企業の国際競争力にマイナスの影響を与えるものではなく、むしろ逆に、政府の取組を通じて国内産業の育成にもつながり得る

ものであることから、引き続き一層の推進が望まれる。

以上を踏まえると、デブリ除去費用の負担に関するルール作りは、自国産業等への影響と国際的な議論を促進する効果とをよく見極めつつ、国内における自主的・先行的な取組と国際的なルール作りに向けた取組を連動させながら進める必要がある。具体的には、例えば、国内において緩やかなインセンティブ制度を導入しつつ政府衛星を通じて模範例を提供していくと同時に、グローバルなインセンティブ制度の枠組み作りを積極的に推し進めて規範形成を促し、将来的な規制導入につなげていくといった実効的な戦略作りが求められる。

エ 検討深化への手掛かりとして

デブリ除去費用を内部化させるルール作りは、規制とインセンティブを併用したアプローチとなることもあり、本テーマについては、本サブワーキンググループとしては、単一のルール案を提言することに代えて、関係者が更に検討を深化させていくための手掛かりとなる視座やアイデアを紹介することとした。ただし、規制については、基本的には終了措置の徹底をどの程度の刻み・ペースで強化し、広げていくかという進め方の問題であることから、以下では、もっぱらインセンティブと負担が確保される費用の使い方について述べる。

(ア) インセンティブ付与のルール

デブリ除去に能動的に取り組む民間事業者に付与するインセンティブとして、本サブワーキンググループでは、優れた取組を行う民間事業者を国が認定・表彰したり、政府調達に際してデブリ低減や除去に係る評価項目を設けたりするアイデアが取り上げられた。

また国外に目を転じると、世界経済フォーラム（WEF）において、Space Sustainability Rating（SSR）という持続可能な宇宙環境の実現に貢献するインセンティブを人工衛星の運用者に与えることによってデブリ対策費用の内部化を促そうとする国際的な制度が議論されている。この制度には、設計段階を含むライフサイクル全体で衛星がデブリ環境に与えるリスクを定量化するモデルが組み込まれているが、人工衛星の修理・燃料補給等の外部サービス機能への投資をボーナスレーティングとして評価する仕組みも検討されている。

(イ) 円滑な除去のための負担ルール

本サブワーキンググループは、デブリ除去のための費用を自発的又は義務的に負担してもらい枠組みをいかに作っていくかという論点のほか、費用が確保されるようになった場合に、どのようにデブリ除去を進めることとすればより円滑かつ効果的にデブリ削減が実現されるかについても検討を加えた。

① 大型・危険デブリ等の優先除去

負担されるデブリ除去費用が基金等に積み立てられるものであれ、個別の宇宙物体

に紐付けて留保されるものであれ、確保された費用による除去の対象となるスペースデブリが複数存在するときは、これらの間の優先順位を考えることが必要になる。このような場合には、低軌道の混雑領域以上の高度に軌道変更等の制御ができない状態で長く滞留することが見込まれる衝突確率の高いスペースデブリや、その中でもさらに、衝突した場合に多くの破片を発生させる大型デブリや残存推葉による爆発リスクのある危険デブリ等の宇宙環境に与える影響が大きなスペースデブリを優先的に除去することが望まれる。

② 打上げ前措置又は連続除去による費用節減

ドッキングプレートの事前装着等の能動的デブリ除去を容易にする措置に要する費用が十分に低廉化した場合には、多数の人工衛星等にあらかじめ当該措置を講じて除去実行を容易なものとするにより、能動的デブリ除去の費用対効果を高めるだけでなく、終了措置に失敗したときに事後的に個別の能動的デブリ除去を手配するよりも費用を節減できる可能性がある。

また、能動的デブリ除去の連続的な実行が技術的に実証された場合には、1機のサービス衛星が続けて複数のスペースデブリを除去していくミッションとすることにより、個々のスペースデブリ毎に除去を計画・実行するよりも費用を低減できる可能性がある。

③ 特定の主体に責任を帰属できないスペースデブリの除去

由来を特定できなかつたり、帰属が否認されたスペースデブリについても、危険デブリに該当する等のために除去が望まれるケースが出て来ることは否定できない。そのような場合に備え、帰属を否認し、あるいは所有権・管轄権を放棄するといった主張への対応や、いかなる主体との関係も特定できないスペースデブリの取扱についても、将来的な解決ができるよう検討しておくことが望まれる。

なお、インセンティブ付与のルールであれ、円滑な除去のためのルールであれ、我が国がこれらのデブリ除去費用を内部化させる国際的な制度・ルール作りを先導していくためには、理工学系の宇宙分野の専門知識に加え、国際法や経済学等の人文・社会科学系の高度な知見を有する人材を発掘・育成し、確保していくことも同様に重要である。

おわりに

本サブワーキンググループは、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の検討として、人工衛星の管理に係る許可をサービス衛星に適用するための要求事項を整理するとともに、①我が国が管理許可付与国以外の立場から軌道上サービスの当事国となる場合への制度的対応、②軌道上サービスに係る損害賠償責任リスク及び③スペースデブリ発生 of 外部不経済性の内部化というサービス衛星の管理に係る許可とは直接は関わらない軌道上サービスのルール作りに関わる事項について、論点を整理し、

今後の課題を明らかにした。

本報告書は、これら本サブワーキンググループの検討事項のうち、特に軌道上サービスの計画・審査及び実行に関する透明性の確保に多くの紙幅を割いている。これは、先進的な宇宙開発・利用国である我が国としては、高いデュアルユース性を有するサービス衛星の構造や管理について率先して十分な説明責任を果たし、誤解や誤算のリスクを減らす具体的な方法論を提示していくことが求められると考えるからである。

また、この透明性の確保には、審査基準の解釈・運用の予見可能性を高める効果もある。このことは、規制適用の不透明さに伴うリスクを嫌う事業者に対して魅力的な規制環境を提供することにもつながる点で、我が国における宇宙産業の誘致・育成にも寄与するものである。ただし、軌道上サービスに関わる主要なリスクは規制リスクだけではない。軌道上サービスにおいては、技術的にまだ発展途上であることもあり、損害賠償責任リスクも無視できない。こうした中、一部の国がサービス衛星を含む人工衛星の管理に求償制限や政府補償を提供可能としていることは、同様の選択肢を有さない我が国にとって不利な要素である。

本ワーキンググループとしては、今後、政府において、本報告書に示された共通のルールを実際の審査実務に組み込むための措置が講じられ、優良事例として国際社会に発信・普及されていくとともに、政府補償のあり方等、本報告書に提起した検討課題への取組が進んでいくことを期待する。

¹ United Nations Office for Outer Space Affairs, *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, January 2010, https://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf.

² その後さらに2020年3月にも改訂 (IADC Steering Group and Working Group 4, *IADC Space Debris Mitigation Guidelines, Revision 2*, March 2020, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/iadc-space-debris-guidelines-revision-2.pdf>)。

³ Group of Governmental Experts on Transparency and Confidence-Building Measures in Outer Space Activities, *Report of the Group of Governmental Experts on Transparency and Confidence-Building Measures in Outer Space Activities*, A/68/189, 29 July 2013, <https://undocs.org/A/68/189>.

⁴ United Nations Office for Outer Space Affairs, *Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, January 2021, <https://www.unoosa.org/documents/pdf/PromotingSpaceSustainability/Publication-Final-English-version.pdf>.

⁵ U.S. Government, *Orbital Debris Mitigation Standard Practices, November 2019 Update*, https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/usg_orbital_debris_mitigation_standard_practices_november_2019.pdf.

⁶ Ibid., 5-3 and 5-4.

⁷ 公表されている最新テキスト案は2014年3月31日版 (*Draft International Code of Conduct for Outer Space Activities, Version 31 March 2014*, https://eeas.europa.eu/sites/default/files/space_code_conduct_draft_vers_31-march-2014_en.pdf)。

⁸ Brian Weeden (as the executive director of CONFERS), *Technical presentation on Consortium for the Execution of Rendezvous and Servicing Operations Given at the*

United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Scientific and Technical Subcommittee, , 5 February 2020, p.4, https://www.satelliteconfers.org/wp-content/uploads/2020/02/CONFERS-briefing-to-STSC_FINAL_5Feb2020.pdf.

⁹ CONFERS, *Guiding Principles for Commercial Rendezvous and Proxy Operations (RPO) and On-Orbit Servicing (OOS)*, November 2018, https://www.satelliteconfers.org/wp-content/uploads/2018/11/CONFERS-Guiding-Principles_7Nov18.pdf.

¹⁰ CONFERS, *CONFERS Recommended Design and Operational Practices*, October 2019, https://www.satelliteconfers.org/wp-content/uploads/2019/10/CONFERS_Operating_Practices.pdf.

¹¹ 宇宙活動法に基づく人工衛星の管理に係る許可は、国が行う管理には適用しないものとされている（第 57 条）ことから、この共通ルールは、人工衛星を管理する行為の全部又は一部を各府省が作成又は承認する管理計画に基づき民間の委託先事業者に実施させる場合を含め、国の管理の下に実行される軌道上サービスには適用されない。

¹² 終了措置（法第 22 条第 4 号）のうち、対象物体の軌道の誘導制御（対象物体の終了措置のために実行されるものを含む。）に係る安全要求は目的及び方法（同第 1 号）又は管理計画（同第 3 号）に係る安全要求と重複し、またサービス衛星自体の最終的な終了措置の内容については、審査基準の規定が単体の人工衛星と同様に適用されるため、もっぱら終了措置に特化した軌道上サービスに係る追加的な要求事項は特定されなかった。

¹³ IADC Steering Group and Working Group, *op. cit.*, 5.3.2.

¹⁴ Concept of Operations (CONOPS) と部分的に重なる可能性もあるが、公表に適さない情報も含まれる CONOPS 自体又は同等レベルの公表は想定していない。

¹⁵ 同様の考え方を示すものとして、例えば、「CONFERS Recommended Design and Operational Practices」（前掲書）第 3 項を参照。

¹⁶ 注意喚起を行う場合においても、詳細な軌道情報やレーザーの照射距離の開示は、競争上秘匿すべき情報等として保護されるべき内容を推定されることにつながってしまうおそれがあるため、開示情報の粒度を調整し、詳細情報の提供先となる SSA 機関を知らせることを以って補完する等の工夫が必要となる。

¹⁷ 宇宙ビジネスを支える環境整備に関する論点整理タスクフォース「軌道上の衛星衝突事故及び宇宙資源関連活動に関する主な論点」、平成 30 年 5 月 30 日、<https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai70/siryuu2.pdf>。

¹⁸ 宇宙政策委員会宇宙法制小委員会「人工衛星の軌道上での第三者損害に対する政府補償の在り方(中間整理)」、平成 30 年 12 月 20 日、<https://www8.cao.go.jp/space/committee/30-housei/housei-dai5/chukan.pdf>。

¹⁹ 大きなインパクトのある燃焼残存物を地表に到達させるような軌道への変更には膨大なエネルギーが必要であることから、そのような事象が現実には生起するリスクの程度については別途技術的に検討・評価する必要がある。

²⁰ 衝突損害の発生率が相対的に上昇することは事実であるが、その絶対値が政府補償等を要する程度に深刻なものであるか等については、別途定量的な検討が必要である。

²¹ 例えば、OSA に基づくライセンス取得の手引きである「Licence to operate a space object: how to apply」中の「Space liability and insurance requirements」の項 (<https://www.gov.uk/guidance/apply-for-a-license-under-the-outer-space-act-1986#liability>) において、次のとおり政府及び事業者の双方を保護する効果を指摘し、英国のリスク管理方針の骨幹としている。「The Convention [宇宙損害責任条約] has significant implications for how states regulate space activities, and many states have sought to manage or offset some of their liability for non-governmental space activities.

Typically, this is done by minimising the risk of a collision or third-party damage in the first place (through a state's licensing and compliance procedures); by requiring an indemnity from licensees for claims presented to the state; and by requiring a minimum level of third-party liability insurance cover as a condition of the licence, to better protect both the operator and the Government of that state from such claims.」 (Background)、「The operator's indemnity to the UK Government is a vital part of the UK's overall space risk management approach, helping the UK offset some of the liability that it incurs on behalf of satellite operators.」 (The UK's space liability and indemnity regime)。

²² 実際、中間整理（宇宙法制小委員会前掲報告書）も、第三者損害賠償保険の義務付けに複数社から反対があったことを紹介している（2（4）②）。

軌道上サービスに関するサブワーキンググループの構成員

(有識者委員)

新谷美保子 TMI 総合法律事務所 パートナー弁護士
鈴木 一人 東京大学公共政策大学院 教授
福島 康仁 防衛省防衛研究所政策研究部グローバル安全保障研究室 主任研究官

(実務者委員)

- ①池田 敬 内閣府宇宙開発戦略推進事務局 参事官補佐
磯野賀瑞夫 環境省地球環境局総務課脱炭素化イノベーション研究調査室 室長補佐
岩本 彩 株式会社アストロスケール Lead, Japan Space Policy
大田 知広 内閣府宇宙開発戦略推進事務局 参事官補佐
鍵和田瑤子 外務省総合外交政策局宇宙・海洋安全保障政策室 宇宙専門員
柁原ちひろ 経済産業省製造産業局宇宙産業室 室長補佐
- ②菊地 耕一 宇宙航空研究開発機構総務部法務・コンプライアンス課 主任
小林 鉄 防衛省防衛政策局戦略企画課宇宙・海洋政策室宇宙政策班 調整係長
小島 彩美 内閣府宇宙開発戦略推進事務局 主査（行政実務研修員）
佐藤 太郎 内閣府宇宙開発戦略推進事務局 企画官
田治米伸康 株式会社アストロスケール Business Development & Regulatory Affairs
玉置 浩平 外務省総合外交政策局宇宙・海洋安全保障政策室 課長補佐
長島 徹 外務省総合外交政策局宇宙・海洋安全保障政策室 課長補佐
東尾 奈々 宇宙航空研究開発機構経営推進部安全保障技術協力推進課 主任
福島 忠徳 スカパーJSAT 株式会社 デブリ除去プロジェクトリーダー
- ◎藤重 敦彦 内閣府宇宙開発戦略推進事務局 参事官
藤田 勝 株式会社アストロスケール CRD2-1 Project Manager
眞部 誠司 内閣府宇宙開発戦略推進事務局 企画官
宮田 東 スカパーJSAT 株式会社宇宙事業部門宇宙技術本部衛星運用部
衛星・通信技術担当主幹
- ③吉原 徹 宇宙航空研究開発機構安全・信頼性推進部 システム安全推進ユニット長
渡邊亜希子 スカパーJSAT 株式会社経営管理部門法務部 アシスタントマネージャー
- ④渡邊 真人 文部科学省研究開発局宇宙開発利用課 課長補佐

注) ◎：座長、①：国際連携検討リード、②法的要件検討リード、
③：安全要求検討リード、④：費用負担検討リード
役職は、令和3年5月現在（転出者についてはグループ参加当時）

軌道上サービスに関するサブワーキンググループの開催実績

第1回会合（令和2年12月15日）	設置趣旨・検討スケジュール 論点の洗い出し
第2回会合（令和3年1月21日）	論点の洗い出し 安全要求に関する議論 ^(注1)
第3回会合（令和3年2月17日）	論点の洗い出し 法的要件に関する議論 ^(注1) 安全要求に関する議論 ^(注1)
第4回会合（令和3年3月24日）	国際連携に関する議論 ^(注2) 法的要件に関する論点整理 ^(注1) 安全要求に関する論点整理 ^(注1) 費用負担に関する議論
第5回会合（令和3年4月14日）	国際連携に関する論点整理 費用負担に関する論点整理 報告書とりまとめに向けた議論
第6回会合（令和3年5月17日）	報告書とりまとめ

(注1) 直近に行われた事業者ヒアリングの結果の共有を含む。

(注2) IOAG 構成宇宙機関に対する調査結果の共有を含む。

軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に共通に
適用するルールにおける用語の意義の考え方

別冊「軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に共通に適用するルール」における用語の意義は、「人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン」における定義を踏襲した上で、追加的に定義を明らかにすることによりルールの曖昧さを排した理解に資すると考えられる用語を別途厳選し、国際的な用例を踏まえて整理したものである。

ただし、今回本ルールの中で定義した用語についても、今後、国際標準等において新たに定義され、本ルールの定義と齟齬が生じる可能性がある。このため、定義については、常に最新の動向を踏まえ、できるだけ国際標準に追従する形で随時見直すことが望まれる。

以下、本ルールにおける定義の考え方について補足する。

(1) 一般ガイドライン

特定の人工衛星に特化したものでないため「一般」とした。

(2) スペースデブリ

IADC ガイドライン及び ISO24113 等の国際的なガイドラインにおいてほぼ一致している定義を和訳した。

(3) 軌道上サービス

JAXA の「軌道上サービスミッションに係る安全基準 (JERG-2-026)」における定義を文書的に整理した。なお、CONFERS が ISO に提案 (本文第1章 (4) 参照。以下同じ。) している定義では「ランデブを伴う」運用として示されているが、本ルールでは、電磁波エネルギーの照射等、必ずしもランデブを伴わないケースが想定に含まれることから、「ランデブ」の有無には触れていない。

(4) 能動的デブリ除去 (ADR)

本ルールの定義で十分に明確と考える。なお、サービス衛星が対象物体にテザー等を取り付け離脱するような場合 (すなわち、移動自体は対象物体に付加されたテザーで促進され、サービス衛星は直接には何ら力を加えない場合) は、ADR ではなく、機能付加サービスによる廃棄支援と位置付けられる。

(5) ランデブ

国際的に一致した定義はないが、CONFERS が ISO に提案している定義をベースとした。なお、NASA が関係国の同意の下にバージョン管理を行っている「International Rendezvous System Interoperability Standards (Baseline - March 2019)」では、ランデブを遠方と近傍に分け、また、フェーズとしてはサービス衛星と対象物体が接触するまでとしている。

(6) 近接運用

国際的に一致した定義はないが、CONFERS が ISO に提案している定義をベースとした。CONFERS の提案中の定義では、サービス衛星を対象物体の極近傍に導く前の一

連のマヌーバを指す。

(7) ランデブ及び近接運用 (RPO)

ランデブと近接運用がセットで取り扱われる場面も多いことから特に定義した。

(8) 捕獲

CONFERS が ISO に提案している定義をベースとした。

(9) サービス衛星

JAXA の「軌道上サービスミッションに係る安全基準 (JERG-2-026)」における定義を文書的に整理した。なお、CONFERS が ISO に提案している定義とほぼ同義である。

(10) 対象物体

国際的には「クライアント衛星 (物体)」と表現されることが多いものの、特定の顧客が存在しないデブリ除去も想定されることから、「クライアント衛星 (物体)」を包含するより一般的な表現とした。

(11) カタログ

宇宙物体に関するカタログとしては、米国宇宙軍が管理するものが最も有名であり、その一部は Space-Track.org において公開されている。地上のレーダー等によって監視されている運用中及び廃棄済みの人工衛星、使用済みのロケットやそれらの破片等が登載対象に含まれる。登録国等が不明な物体は公開されないほか、登録国の要望により軌道情報等が秘匿されている場合もある。

(12) 非衝突軌道・(13) 衝突軌道

CONFERS の ISO への提案では非衝突軌道を定義している。対象物体の近傍における軌道であって非衝突軌道 (passively safe trajectory) に該当しないものは基本的に衝突軌道とみなされる。なお、対象物体と衝突するまでの時間・空間的な猶予が十分大きい場合には、このような表現が用られることはない。

(14) 異常

JAXA の「信頼性プログラム標準 (JMR-004)」における定義を文書的に整理した。

(15) 故障モード

JAXA の「信頼性プログラム標準 (JMR-004)」における定義を文書的に整理した。

(16) ハザード

JAXA の「システム安全標準 (JMR-001)」における定義を文書的に整理した。

IOAG 構成宇宙機関^(注) に対する調査結果

1 民間事業者による RPO の実行に関する主な懸念事項

- ① 対象物体の性質及び RPO ミッションの目的 (4 機関)
- ② 対象物体に接近するサービス衛星の軌跡及び一連の事象 (2 機関)、
- ③ サービス衛星による対象物体への衝突に係る安全対策 (3 機関)、
- ④ サービス衛星による第三者物体への衝突に係る安全対策 (4 機関)、
- ⑤ サービス衛星の管轄国がどのように監督しているか (4 機関)、
- ⑥ その他 (3 機関)
 - ・ サービス衛星の主要サブシステムの冗長性
 - ・ サービス自体の信頼性・抗堪性
 - ・ 誤解を避けるための透明かつオープンな意思疎通
 - ・ 対象物体の構造のサービス適合性、回転状態等
 - ・ サービス実施宙域の選定・監視能力 (混雑度等) 等

2 民間事業者による RPO の実行に際して提供を望む情報

(1) 対象物体の性質及び RPO ミッションの目的に関し必要な情報

- ① 国連への物体登録に基づく最低限の情報 (2 機関)
- ② プレスリリースや公開 URL 上の一般的な情報 (2 機関)
- ③ その他 (4 機関)
 - ・ 実施する軌道上サービスの種類・目的
 - ・ サービス衛星の一般的な機能
 - ・ サービス衛星のマヌーバ能力
 - ・ 対象物体との接触方法
 - ・ 対象物体の登録国等の証明書
 - ・ 対象物体の構造
 - ・ 対象物体の稼働状態
 - ・ 自動化のレベル
 - ・ 透明性及び信頼醸成のための最大限の情報開示 等

(2) 対象物体の軌道情報に関し必要な情報

- ① テレメトリに基づく高精度な軌道情報 (3 機関)
- ② その他 (4 機関)
 - ・ 対象物体の質量、対象物体との結合可能性、抵抗係数、運用状況、姿勢、回転速度、主な軌道要素、測位情報
 - ・ マヌーバに係る軌道情報 (アップデートを含む。)

- ・ ミッション終了後の軌道離脱の計画
- ・ 放出デブリ（あれば）の軌道情報

(3) 対象物体に接近するサービス衛星の軌跡等に関し必要な情報

- ① 米 CSpOC 等の SSA 機関に通報するものと同じの情報（3 機関）
- ② その他（3 機関）
 - ・ 大規模マヌーバ、RPO 実行開始、デブリ放出及び軌道離脱の前後の対外通知
 - ・ サービス衛星及び対象物体の管理者間の十分な意思疎通
 - ・ マヌーバ終了後の規制当局への結果報告

(4) RPO をいつ実施するかに関し必要な情報

- ① 計画上の概算タイムフレーム（4 機関）
- ② その他（3 機関）
 - ・ 運用計画
 - ・ 認可時点又は RPO 実行直前のアナウンス
 - ・ サービスの実行結果
 - ・ 計画上のサービス実行領域

(5) サービス衛星の対象物体への衝突に関する安全対策に関し必要な情報

- ① 適用した標準又は技術要求（3 機関）
- ② 設計及び運用思想（2 機関）
- ③ その他（3 機関）
 - ・ システム自体の技術的信頼性
 - ・ 対象物体の構造及び状態
 - ・ 対象物体の可能的管轄国への通知（所有者が特定されない場合）
 - ・ サービス衛星及び対象物体の管理者間の十分な意思疎通
 - ・ サービス衛星に係る付保状況

(6) サービス衛星の第三者物体への衝突に関する安全対策に関し必要な情報

- ① 協力している全ての SSA サービス（2 機関）
- ② 適用した標準又は技術要求（2 機関）
- ③ 設計及び運用思想（2 機関）
- ④ その他（3 機関）
 - ・ 運用計画（サービスの種類、時間、場所）
 - ・ サービス衛星に係る付保状況
 - ・ サービス実行の結果

(7) サービス衛星の責任国がどのように監督しているかに関し必要な情報

- ① どの国が許可を与えたか（1 機関）
- ② 許可を与えた国の POC（4 機関）
- ③ その他（2 機関）
 - ・ 国際的な認可
 - ・ サービス実行領域が許可を与えた国の監督可能な範囲にあること

3 現状において民間事業者が RPO 情報を通知する最も適切な方法

- ① 米 CSpOC への通知（1 機関）
- ② 国連宇宙部への通知（2 機関）
- ③ （管轄国の）宇宙機関を通じた二国間調整（4 機関）
- ④ 外交ルートを通じた二国間調整（1 機関）
- ⑤ その他（2 機関）
 - ・ 大規模マヌーバ、RPO 実行開始、デブリ放出及び軌道離脱の前後の各国通知

4 既存の人工衛星・宇宙機におけるサイバーセキュリティー対策の状況

- ① データの暗号化（ハッキング防止）（3 機関）
- ② ホストの認証（ハッキング防止）（1 機関）
- ③ 実際にハッキング・感染が生じた後の対応（自動終了等）（1 機関）
- ④ その他（2 機関）
 - ・ ミッションにより異なる
 - ・ サイバーセキュリティー戦略の策定・実行管理
 - ・ ミッション管制室へのアクセス制限
 - ・ 初期運用期間中における通常運用と異なる対策
 - ・ 保全業務に従事する者のクリアランス
 - ・ 全従業者に対する保全意識改革
 - ・ 保全担当者への継続的な訓練

注 JAXA 以外では、NASA、ESA（欧州宇宙機関）、CNES（仏国立宇宙研究センター）、DLR（独航空宇宙センター）、ASI（伊宇宙機関）、CSA（加宇宙庁）、UKSA（英宇宙局）。