宇宙活動の安全と持続性をめぐるガバナンス

―民間部門の取り組みに着目して―

永 井 雄一郎

Yuichiro Nagai. Global Governance for Safety and Sustainability of Space Activities: Efforts in Private Sector. *Studies in International Relations*. Vol.42, Consolidated Edition. February 2022. pp.21-33.

This study examines a new aspect of global governance for the safety and sustainability of space activities, with a particular focus on efforts of the private sector. Outer space is increasingly being used by a number of actors with diverse purposes. Private companies have also become major players in the space arena, as many startups are venturing into this business. A rapid increase in the number of satellites causes further congestion in the near-earth environment. At the same time, ever-growing space debris continues to pose serious challenges for space activities. It is necessary for all space actors to strive toward improving global governance to ensure safety and sustainability of space activities. By analyzing several cases regarding efforts in the private sector, this paper argues that industry-led initiatives have emerged to improve space governance, consistent with existing international frameworks, and constitute a significant part of global governance to ensure the safety and sustainability of space activities.

1. はじめに

宇宙空間の利用環境は、近年大きく変容してい る。宇宙活動は世界的にも発展し、宇宙空間は今 や多くの国家が活動を行う場となっている。民間 企業による宇宙活動の進展も目覚ましく、地球軌 道に打ち上げられる人工衛星の数も急速に増加し ている。また後述するように、スペースデブリの 数も宇宙活動の歴史を通じて増え続けており、宇 宙空間の混雑はますます深刻なものとなっている。 それに伴い、「宇宙空間における交通事故」の可能 性も宇宙活動の安全を脅かす大きなリスクとして 認識されるようになっている。加えて、そうした 事故によって新たなスペースデブリが発生し、宇 宙空間の混雑をさらに深刻化させていくという負 の連鎖も懸念されている。こうした状況のなか、 スペースデブリの低減や衝突リスクへの対応を含 め、宇宙空間を安全かつ持続的に利用していくた めの新たなガバナンスのあり方が求められるよう になっている¹。

国家の領有権が及ばない宇宙空間の利用をめぐるガバナンスは、必然的にグローバルな性格を持

ちうる。グローバル・ガバナンスという概念については、国際政治学・国際関係論の分野において様々な定義を用いて論じられてきた²。なかでも、1995年にグローバル・ガバナンス委員会が公表した報告書による次の定義が有名である。

グローバル・ガバナンスは、公私を問わず、個人そして機構が彼らの共通の事項を管理する多くの方法の全体である。それは、対立するあるいは多様な利益を調整し、あるいは協力的な行為がとられる継続的な過程である。それは、遵守を強制することを付与されたフォーマルな機構やレジームを含むとともに、人びとや機構が合意したか、彼らの共通の利益となると考えたインフォーマルな枠組みをも含むものである。

この定義には、(1) 共通の事項の管理という目的、(2) 公私を問わない多様な主体、(3) フォーマル・インフォーマルな制度や枠組みを通じた多様な方法、(4) 利益の共有や協力に基づく行動規範、というグローバル・ガバナンスの基本的要素

が含まれている。それゆえ、国際関係における特定の問題を国家間で管理・解決していくための枠組みを意味する国際レジームが、問題領域、問題解決の方法、関与主体の点で多様化あるいは拡張したものをグローバル・ガバナンスと捉える考え方もある⁴。

本稿では、こうしたグローバル・ガバナンス論 の考え方も援用しつつ、宇宙活動の安全と持続性 をめぐるガバナンスの新たな様相について、特に 企業などの民間部門における取り組みにも着目し ながら検討する。これまで宇宙空間の主たる利用 者は国家であった。それゆえ、宇宙空間の利用を めぐるガバナンスについても、従来の研究では国 家による宇宙活動のための法規範や秩序の形成に 主たる関心が集まってきた⁵。また、宇宙空間の 利用者が多様化し、宇宙空間の混雑化やスペース デブリの増加がもたらすリスクが懸念されるよう になると、多様な主体による活動も視野に入れた ガバナンスのあり方も模索されるようになった⁶。 しかしながら、産業界など民間部門における主体 的なガバナンスへの取り組みについては、まだ緒 に就いたばかりということもあり、依然として十 分な検討が行われているとは言い難い。

本稿では、こうした研究動向も踏まえながら、 近年注目される民間部門の取り組みにも射程を広 げ、宇宙活動の安全と持続性をめぐるグローバル・ ガバナンスの新たな様相を明らかにする。以下で は、まず民間企業による宇宙活動が目覚ましく進 展する一方、スペースデブリをめぐる問題の深刻 化も相まって宇宙空間の混雑化が進み、安全かつ 持続可能な宇宙活動のあり方を模索することが喫 緊の課題となっている現状を示す(第2節)。続い て、これまで国家間の枠組みにおいて宇宙空間の 利用をめぐるガバナンスが如何に構築されてきた のかを概観・整理する(第3節)。そのうえで、近 年注目される宇宙関連企業などの民間部門におけ る取り組みとして四つの事例を分析し(第4節)、 それらが既存の国際的枠組みとどのような関係を 持ち、宇宙活動の安全と持続性をめぐるグローバ ル・ガバナンスの中でどのように位置づけられる かという点について考察を試みる(第5節)。

2. 宇宙空間の利用環境の変容

(1) 利用主体の多様化

世界初の人工衛星スプートニクの打ち上げから60年以上の歳月が経ち、宇宙活動が世界的にも進展するに伴い、近年では宇宙空間の利用者も多様化している。かつて、宇宙空間は必要な技術と資源を備えた僅かな国家のみが活動できる空間であった。例えば、1957年から1990年までに打ち上げられた人工衛星の90%以上は、米ソによるものであった⁷。しかしながら、1990年代以降、宇宙活動を行う国家の数は著しく増加した。現在では、70カ国以上の国々が人工衛星を運用していると言われている⁸。

加えて、近年では、民間企業による宇宙活動も大きく進展している。欧州宇宙機関(European Space Agency、以下ESA)の報告書によれば、2020年に地球低軌道に打ち上げられた人工衛星約1,200機のうち、1,000機以上は民間企業によるものであったと見られている 9 。特に、米国の企業が打ち上げる人工衛星の数は、ここ数年で急増している。米国の憂慮する科学者同盟(Union of Concerned Scientists)のデータベースによれば、2021年9月時点で米国の企業が運用する人工衛星の数は2,359機にのぼる。これは、現在運用中の全ての人工衛星4,550機の半数以上を占める割合である 10 。

特に米国では、"NewSpace"とも呼ばれる民間企業による宇宙ビジネスが大きく進展している。NewSpaceとは、ベンチャー企業など新興企業を中心に民間主導で進められる新たな宇宙活動の潮流を意味する。従来、宇宙活動は政府が主導する国家事業として進められてきた。そうした従来の宇宙活動においては、高い技術力と経営力を有する大企業が政府との契約に基づいてロケットや人工衛星等の技術開発を担ってきた。すなわち、これまでは政府が目標やビジョンを設定し、政府の予算に大きく依存しながら、政府系宇宙機関やその契約企業となる大企業が中心となって宇宙活動が進められてきたのである¹¹。しかしながら、近年では、独自のビジョンと革新的技術をもって自ら宇宙ビジネスを展開するベンチャー企業等の動

きが活発化している 12 。特に米国では、民間企業として初めて国際宇宙ステーションへの有人宇宙輸送に成功したSpace X社や、2021年7月に初めて有人宇宙飛行に成功したBlue Origin社の活動に象徴されるように、NewSpaceの動きが顕著に加速している 13 。

NewSpaceの波に乗る民間宇宙ベンチャーは、人 工衛星の開発と運用の分野でも新たな動きを見せ ている。小型衛星による大規模コンステレーショ ンの構築に向けた動きは、その典型例である。こ れは、多数の人工衛星を軌道上に配置し、それら を連携させて一体的に運用することにより、新た な利用価値を生み出す運用形態である。例えば、 Space X社は、グローバルな衛星通信サービスの 提供を目指して、約13,000機の人工衛星から成る 「スターリンク (Starlink) という衛星コンステ レーションの構築計画を進めている14。同様に、 Amazon社も3,236機から成る通信衛星コンステ レーション計画 (Project Kuiper) を進めている。 規模の大小に違いはあるものの、こうした民間企 業による衛星コンステレーション計画は、他にも 多数存在すると言われている。それゆえ、近い将 来には地球軌道に打ち上げられる人工衛星の数も 急増していくことが予想されている¹⁵。

また近年では、ランデブー・近接オペレーショ ン(Rendezvous and Proximity Operations、以下 RPO) による新たな軌道上サービス (On-Orbit Servicing、以下OOS)の提供を目指す企業も現れ ている。OOSとは、軌道上において他の人工衛星 を対象に補給、点検、交換、修理・補修、機能付 加などを行うことを意味する。また、運用を終了 した人工衛星やスペースデブリを除去する行為も 含まれる。そのためには、対象となる物体との相 対位置や相対速度などを意図した範囲内に制御し ながら接近させ (Rendezvous)、二つの物体が結 合あるいは極めて近い範囲内にある状態で行う運 用 (Proximity Operation) が必要になる ¹⁶。こう したRPO/OOSは、人工衛星の延命措置やスペー スデブリの除去などに貢献できる技術であり、将 来の市場拡大も期待されている。一方、潜在的に は軍事・インテリジェンスの分野でも利用できる 技術であるため、透明性を確保しつつ、安全な RPO/OOSのための行動規範や技術基準を形成していくことが求められるようになっている。

(2) 宇宙活動の安全と持続性をめぐる問題

このように宇宙空間の利用主体が多様化するなか、地球周辺の軌道はますます混雑化の一途を辿っている。急増する人工衛星に加え、宇宙活動の歴史を通じて増え続けてきたスペースデブリの問題も深刻化している¹⁷。

スペースデブリとは、「もはや有用な目的を持たない地球軌道のあらゆる人工物体」を意味する 18 。 ESAによれば、 2021 年9月時点で地球軌道には大きさが 10 cm以上のスペースデブリが約 36,500 個も存在すると見られている。より小さなサイズのものも含めれば、その数は推計 100 万個以上にも及ぶとされる 19 。

スペースデブリは、宇宙空間のあらゆる利用者にとって深刻なリスクをもたらしている。スペースデブリとの衝突は、人工衛星にとって致命的となりうる。特に地球低軌道では秒速約7.8kmという速度で移動しているため、たとえ小さなスペースデブリであっても衝突の際の破壊力は非常に大きい。また、前述の通り、それによって新たなスペースデブリが大量に創出されるリスクも否定できない。

事実、スペースデブリとの衝突により人工衛星に故障等の被害が生じた事案は過去にも複数報告されている 20 。2009年2月には、米国とロシアの人工衛星が高度約800kmの軌道上で衝突する事故が発生し、これにより追跡可能なサイズのものだけでも約2,000個もの新たなスペースデブリが発生したと言われている 21 。また2021年5月には、国際宇宙ステーションのロボットアームにスペースデブリとの衝突跡が発見されている 22 。

また地球軌道に打ち上げられる人工衛星の数が 急増するなか、近年では人工衛星同士の衝突リス クも懸念されるようになっている。2019年9月に は、Space X社のStarlink衛星とESAが運用する地 球観測衛星Aeolusとの衝突リスクが高まり、ESA が衝突回避のための措置をとったことが報じられ た²³。また2021年12月には中国政府が国連事務総 長に口上書を提出し、Space X社のStarlink衛星の 接近に伴う危険を回避するため中国の宇宙ステーションが同年に二度の衝突回避措置を実施したことを通報した²⁴。

加えて、スペースデブリの数を急激に増加させ る深刻な要因の一つとなっているのが、軌道上で の衛星破壊実験である。対衛星兵器による衛星破 壊実験は冷戦時代から米ソによって実施されてお り、歴史を通じてスペースデブリの発生源となっ てきた²⁵。また2007年1月には、中国が初めて衛 星破壊実験に成功した。この実験は、これまでで 最も多くのスペースデブリを発生させた事案であ ると言われており、追跡可能なものだけでも約 3,400個ものスペースデブリを発生させたと見られ ている26。また2019年3月には、インドも同様の 実験に初めて成功しており、これにより少なくと も100個以上のスペースデブリを発生させた27。さ らに、2021年11月には、ロシアが高度約480km の軌道上で衛星破壊実験を実施し、1,500個以上も のスペースデブリを発生させたと見られている。 また、これにより国際宇宙ステーションの搭乗員 はスペースデブリとの衝突の危険に備えて係留さ れている宇宙船への退避を余儀なくされるなど、 この実験は宇宙飛行士さえ危険に晒すものであっ た28。近年では、宇宙空間における主要国間の軍 事的緊張も高まるなか、対衛星兵器の開発と実験 も活発化しており、宇宙活動の安全と持続性をめ ぐる問題は安全保障の観点からも懸念が高まって いる。

このような状況のなか、宇宙活動の安全と持続性を確保していくための新たなガバナンスのあり方を模索していくことは喫緊の課題となっている。とりわけ、宇宙空間の混雑化が加速するなか、スペースデブリの低減や衝突リスクへの対応に取り組むことは、あらゆる宇宙空間の利用者が利害を共有する最優先の重要課題と言える。近年では、宇宙空間の利用者も多様化していることから、NewSpaceを牽引する民間企業も含めた多様な主体が共通の課題に対処していくための新たなガバナンスのあり方が求められているのである。

3. 宇宙活動の安全と持続性をめぐるガバナンス

これまで宇宙空間の利用をめぐるガバナンスは、その主たる利用者であった国家による法規範の形成というかたちで構築されてきた。その歴史は長く、1958年には国連に宇宙空間の利用のあり方を検討するフォーラムとして宇宙空間平和利用委員会(United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space、以下UNCOPUOS)が設置された²⁹。UNCOPUOSでは、1960年代から70年代にかけて五つの宇宙関連諸条約が作成され、現在の国際宇宙法の基礎が築かれた³⁰。その中核を成すのが、1967年に制定された宇宙条約である。宇宙条約は、国家による宇宙活動の基本原則を定めており、2021年現在111カ国が批准している³¹。

しかし、宇宙空間の利用環境の変化に伴い、こ うした既存の国際宇宙法の枠組みだけでは十分対 応することが難しい新たな課題も浮き彫りになっ ている。例えば、宇宙条約は、スペースデブリの 発生防止を直接の目的とした規定を持っていな い32。また、条約制定当時、宇宙活動の中心主体 は国家であった。少なくとも、今日のように数多 くの民間企業が多数の人工衛星を打ち上げるよう になっている状況は、当時には想定されていなかっ たと言える。宇宙条約は、条約当事国の許可と監 督のもとで民間企業を含む非政府団体の宇宙活動 が行われることを規定しているものの、それはあ くまでも国家による国際責任を明確化することに 主眼が置かれていた。それゆえ、宇宙空間の利用 をめぐる新たな状況や課題への対応も踏まえた新 たなガバナンスのあり方を模索していくことが必 要になっている³³。

しかしながら、UNCOPUOSでは新たな条約の作成が困難になっているという状況も指摘されてきた。事実、1979年に採択された月協定³⁴を最後に、UNCOPUOSでは新たな条約は作成されていない。コンセンサスによる意思決定を採用しているUNCOPUOSでは、加盟国の増加に伴い、新たな法規範の形成について全会一致の合意に達することが困難になっているのである。2021年現在、95の加盟国を有するUNCOPUOSでは³⁵、新たな

条約の作成が事実上不可能であるとの見方が一般 的となりつつある³⁶。

また、スペースデブリの発生要因の一つともなっ てきた軌道上での衛星破壊実験についても、それ を明確に禁止する軍備管理条約は今のところ存在 していない。宇宙条約は、第四条において、核兵 器及びその他の大量破壊兵器の宇宙空間への配置 と、月その他の天体上での軍事活動を禁止してい るものの、宇宙空間への通常兵器の配置や使用に ついては自衛権の範囲を超えると解される場合を 除いて禁止しておらず、対衛星兵器による衛星破 壊実験についても明確な禁止規定を設けていない。 宇宙空間の軍備管理については、1980年代以降、 ジュネーブ軍縮会議 (Conference on Disarmament: CD)を中心に、宇宙空間へのあらゆる兵器の配 置や使用を禁止する新たな条約作成の必要性が議 論されてきたが、今日に至るまで実質的成果は得 られていない³⁷。

こうした状況のなか、国際社会では、いわゆる「ソフトロー」と呼ばれる法的拘束力を持たない原則や勧告文書、あるいは、国際的ガイドラインの形成を通じて、宇宙空間の利用をめぐるガバナンスの向上を目指す努力が続けられてきた³⁸。新たな条約の作成が困難となるなか、急速に変化する宇宙空間の利用環境に対応したガバナンスを構築していくうえで、こうした「ソフトロー」の意義と役割は非常に高まっていると言える。

例えば、スペースデブリ問題への対応については、特に1990年代以降、各国政府の宇宙機関を中心に議論と検討が行われてきた³⁹。1993年には、主要国の宇宙機関で構成される「宇宙機関間スペースデブリ調整委員会(Inter-Agency Space Debris Coordination Committee、以下IADC)」が発足した。それ以来、IADCは参加する宇宙機関の間でスペースデブリに関する情報交換や協力を促進する機能を果たしてきた⁴⁰。

そして2002年には、IADCが初めて「スペース デブリ低減ガイドライン」を公表した。このガイ ドラインは、(1) 正常な運用で放出されるスペー スデブリの制限、(2) 軌道上での破砕の可能性の 最小化、(3) ミッション終了後の廃棄、(4) 軌道 上での衝突の防止といった観点から、スペースデ ブリ低減のために必要な技術上・運用上の基本的 指針を示している⁴¹。

IADCに参加する各国の宇宙機関は、このガイドラインに従ってスペースデブリの低減に努めていくこととしているが、これは決して条約のような法的拘束力を持つ合意ではない。それにもかかわらず、このIADCのガイドラインは、スペースデブリの低減のための技術・運用基準として国際的にも重要な意味合いを持つようになっている。

2007年には、IADCのガイドラインに基づいて、「UNCOPUOSスペースデブリ低減ガイドライン」が採択された。国連では、1990年代からUNCOPUOSの科学技術小委員会においてスペースデブリの問題に関する調査と検討が行われてきた⁴²。2000年代に入ると、UNCOPUOSは国連加盟国に向けたスペースデブリ低減のためのガイドライン作成をIADCに依頼した。2004年にはIADCによる草案が提出され、その後の修正を経て2007年にUNCOPUOSで採択されるに至ったのである⁴³。

その経緯からも明らかな通り、UNCOPUOSの スペースデブリ低減ガイドラインは、IADCのガ イドラインとも親和性が高い。UNCOPUOSのガ イドラインは、(1)正常な運用で放出されるスペー スデブリの制限、(2)運用段階における破砕の可 能性の最小化、(3) 軌道上での偶発的な衝突の可 能性の制限、(4) 意図的な破壊及び他の有害な活 動の回避、(5)残留エネルギーによるミッション 終了後の破砕の可能性の最小化、(6) ミッション 終了後に宇宙機や打ち上げ機の軌道投入段が地球 低軌道に長期間とどまることの制限、(7) ミッショ ン終了後に宇宙機や打ち上げ機の軌道投入段が静 止軌道に長期間干渉することの制限という観点か ら、スペースデブリの低減に向けた国際的指針を 示している。そして、このガイドラインは、その 実施にあたってはIADCのガイドラインの最新版 を参照するよう勧告しているのである44。

また、国際標準化機構(International Organization for Standardization、以下ISO)では、こうしたIADCやUNCOPUOSのガイドラインに基づく国際的な技術標準の作成が行われてきた。ISOでは、2003年に宇宙システムの国際標準を担当する委員会にスペースデブリに関するワーキンググループ

を設置し、2010年には初となる「スペースデブリ 低減要求」(ISO 24113)を策定した。2019年に は、ISO 24113の第三版が公表されるなど、ISOは 技術の進展や状況の変化に合わせて技術要求を更 新する取り組みを続けている⁴⁵。

さらに、宇宙活動の安全と持続可能性をめぐる 国際的ガイドラインとしては、2019年に採択され たUNCOPUOSの「宇宙活動の長期持続可能性ガ イドライン」も注目される。宇宙活動の安全と持 続性に対するリスクが高まるなか、UNCOPUOS では、2010年にワーキンググループを設置して、 国連加盟国が自主的に遵守しうる宇宙活動の長期 持続性のためのガイドライン作成に取り組んでき た。各国の間でのコンセンサスの形成が難航した ものの、2018年には21項目のガイドラインが合意 され、2019年にUNCOPUOSで正式に採択される に至ったのである⁴⁶。

このガイドラインは、宇宙活動の安全と持続性の確保に向けて、各国が自主的に取り組むべき措置の大要を示している。具体的には、(1)宇宙活動に関する政策及び規制枠組み、(2)宇宙運用の安全、(3)国際協力、能力構築、認識、(4)科学的・技術的な研究開発、といった観点から合計21項目のガイドラインが示されている⁴⁷。

このように国際社会では、宇宙空間の利用をめぐる共通の原則やガイドラインを作成する努力が続けられている。それらは、条約のように法的拘束力を持つものではないが、これからの宇宙活動において考慮されるべき望ましい技術や行動のあり方を明確化し、各国に対して自主的に実施を求めていくことを通して、緩やかな国際規範を形成していると言える。新たな条約の作成が困難となるなか、こうした国際的に認められた原則やガイドラインの果たす役割は高まっていると言える。

4. 民間部門における取り組み

また近年では、宇宙関連企業を含む民間部門においても、宇宙活動の安全と持続性に向けた独自の取り組みが見られるようになっている。これまで宇宙空間の利用に関する国際的ガイドラインは、IADCやUNCOPUOSなど国家間の枠組みにおい

て形成されてきたと言える。しかし、近年では、 宇宙ビジネスを展開する企業を中心に民間部門に おいてもガバナンスの形成に主体的に参画するよ うな動きが見られるのである。以下では、特に注 目される四つの事例について取り上げ、その特徴 を整理してみたい。

(1) 米衛星産業協会の取り組み

2019年10月、米衛星産業協会(Satellite Industry Association、以下SIA)は、「商業衛星産業のための宇宙安全原則」を公表した。SIAは、米国を拠点とする衛星関連企業を中心に構成される非営利団体である。1995年の発足以来、米国の宇宙産業界を代表する業界団体として、米国の宇宙政策や法制度にも影響を与えてきた48。

2019年10月に公表されたSIAの宇宙安全原則は、人工衛星その他の宇宙機の安全運用を確保し、宇宙空間の持続的利用を実現していくために産業界として考慮すべき行動原則を示したものである。強制力を伴うものではないが、SIAの加盟企業は、この原則に自主的に従って責任ある宇宙運用を行っていくことを目指している⁴⁹。

この原則は、UNCOPUOSによる「宇宙活動の 長期持続可能性ガイドライン」の採択を受け、これを産業界においても適切に実施していくことの 重要性を強調している。また、スペースデブリを めぐる問題についても、既存の国際的ガイドラインを考慮しつつ、産業界においてもその低減に努 めていくことが必要であるとの認識を示している。

具体的な技術・運用基準としては、(1) 宇宙機及びスペースデブリの国連宇宙部(United Nations Office for Outer Space Affairs: UNOOSA)への迅速な登録、(2) 能動的・受動的手段によって軌道上の位置を追跡できるような人工衛星の設計、(3)運用中の人工衛星に関する情報共有と透明性の向上、(4) 潜在的な衝突・危険回避のための連絡体制の確立、(5) 人工衛星の廃棄や再突入に関する基準の遵守と改善、(6) 意図的なスペースデブリ創出の最小化、(7) 宇宙活動の持続性に配慮した打ち上げサービスの選定、(8) 軌道配置直後の機能喪失(dead-on-arrival deployment)による影響の最小化、(9) 適切に無害化(passivation) 50でき

る宇宙機の設計などが含まれている。既存の国際的ガイドラインとも調和しながら、人工衛星その他の宇宙機の設計、製造、打ち上げ、運用、ミッション終了後の各段階において、宇宙活動の安全と持続性のために考慮されるべき基本的措置が示されている⁵¹。

(2) Space Safety Coalition の取り組み

また2019年には、宇宙分野の民間企業・関連団体で構成されるSpace Safety Coalition (以下、SSC)が発足した。SSCは、欧米の企業が中心ではあるものの、アジアに拠点を置く企業も参加するなどグローバルな企業連合となっている 52 。SSCは、既存の国際的ガイドラインの実践を通して、安全な宇宙運用を促進していくことを目的に、 2019 年9月に「宇宙運用の持続性のためのベストプラクティス」と題する文書を策定した 53 。

SSCの文書は、IADCやUNCOPUOSのスペースデブリ低減ガイドライン、ISOの「スペースデブリ低減要求」(ISO 24113)といった既存の国際的ガイドライン・技術標準の重要性を踏まえ、それらをSSCの参加企業が支持するとともに、その実施に努めていくことを明記している。またSSCは、そうした取り組みを通じてUNCOPUOSによる「宇宙活動の長期持続可能性ガイドライン」の実践に産業界として貢献していくことを目指している 54 。

具体的には、産業界として考慮すべきベストプラクティスとして、(1) 宇宙機の安全運用や衝突回避に関する情報の共有、(2) 宇宙活動の持続性に配慮した宇宙輸送サービス事業者の選定、(3) 安全を重視した個々の宇宙機やコンステレーションの設計、(4) 安全かつ効果的な制御、追跡、衝突回避、無害化、廃棄のための要求基準を満たした宇宙機の設計、(5) 宇宙活動の持続性に配慮した宇宙運用コンセプトの採用といった観点から、詳細な基準や考え方を示している55。

(3) CONFERSの取り組み

また近年では、RPOやOOSの安全に向けた産業界の取り組みも見られる。ランデブーとサービス・オペレーションの実施のためのコンソーシア

ム (The Consortium for Execution of Rendezvous and Servicing Operations、以下CONFERS) による取り組みは、その代表例と言える。

CONFERSは、RPOやOOSの実施のための技術や運用基準を検討・構築していくためのコンソーシアムとして2018年に結成された。その取り組みを通じて、軌道上での人工衛星等への補給、点検、交換、修理・補修、あるいは、スペースデブリの捕捉や除去など、RPOを伴うOOSをビジネスとして発展させていくことを目指している56。

CONFERS は、OOS の提供を目指す各国の民間 企業にメンバーシップを開放し、参加を呼びかけ ている。2021年10月現在、CONFERS には15の 企業が維持会員(sustaining members)として参加している。そのなかには、スペースデブリの除去サービスの開発に取り組む日本の企業Astroscale 社も名を連ねている。その他、貢献会員(contributing members)・オブザーバー会員(observer members)も含めると、CONFERS の参加企業は50社に及ぶ57。

2018年、CONFERSは、「商業RPO及びOOSのための基本原則」と題する文書を発表した。この基本原則は、安全を重視した責任ある方法でRPOやOOSを実施していくための行動規範を確立することを目的に作成された。例えば、RPOやOOSに伴う危険及び悪影響を低減するとともに、スペースデブリの発生や衝突を防止するために適切な措置をとることを基本原則としている。また、第三者へのリスクを担保するために保険に加入することや、安全運用を支える適切なコミュニケーション体制を確立することなどを求めている⁵⁸。

また2019年には、CONFERSによる「推奨設計及び運用慣行」が初めて公表された。この文書には、RPO及びOOSを安全に実施するための宇宙機の推奨設計がハードウェアとソフトウェアの両面から詳細に記されている。その他、必要な安全対策や危険回避のための措置についても具体的な考え方が示されている⁵⁹。

CONFERS は、民間企業を主体としたイニシア ティブではあるものの、これまでに国家間で形成 されてきた既存のガイドラインや技術標準を重視 している。特に、UNCOPUOS による「宇宙活動 の長期持続可能性ガイドライン」やIADCの「スペースデブリ低減ガイドライン」といった既存の国際的ガイドラインの重要性を認識して、その実施に努めることで宇宙活動の安全と持続可能性の確保に貢献していくことを目指している⁶⁰。

(4)世界経済フォーラムにおける取り組み

また、世界経済フォーラム(World Economic Forum、以下WEF)では、スペースデブリ問題への対応など、宇宙運用者の持続性確保に向けた取り組みを評価する「宇宙持続性評価(Space Sustainability Rating、以下SSR)」について検討が行われてきた⁶¹。

SSRは、WEFの「宇宙に関するグローバル・フューチャー委員会(Global Future Council on Space)」によって提案され、その後、ESA、マサチューセッツ工科大学、テキサス大学オースティン校、BryceTech社などと共同で具体的な評価制度のあり方が検討されてきた⁶²。2021年6月には、SSRの運用を担う機関としてスイス連邦工科大学ローザンヌ校の宇宙センターが選定され、運用開始に向けた準備が進められている。

SSRは、民間企業も含め、あらゆる宇宙空間の 利用者に責任ある行動を促していくことを狙いと して考案された。世界標準の環境評価・認証制度で ある「リード(Leadership in Energy and Environmental Design:LEED)」を参考に評価枠組みが検討され、 宇宙活動の持続性という観点からスペースデブリ の低減策や国際的ガイドラインへの対応状況など についてスコアを与え、評価を行うことを想定し ている。それゆえ、UNCOPUOSやIADCのガイ ドラインなども念頭に置きながら、その評価制度 のあり方が検討されてきた⁶³。具体的な評価につ いては、(1) ミッション終了後の廃棄計画、(2) 軌道の選択、(3)地上からの追跡・特定のための 能力、(4) 衝突回避のための能力、(5) 情報の共 有、といった様々な要因に基づいてスコアが付与 されることが想定されている⁶⁴。

SSRも強制力を伴う枠組みではないが、こうした評価制度に参加することは、民間企業にとっても大きなインセンティブとなる。SSRは、宇宙活動の安全と持続性への取り組みを証明する共通の

指標となりうる。これに参加することによって、 民間企業を含む宇宙空間の利用者は、自らの持続 性への取り組みのレベルを外部に証明することが できる⁶⁵。また将来的には、例えば、一定以上の 評価を得た場合には保険の割引が適用されるといっ た枠組みの可能性も議論されている⁶⁶。

SSRは、こうした評価制度を通して、宇宙活動の安全や持続性への取り組みを可視化し、それによって責任ある行動へのインセンティブを高めていくことを企図している⁶⁷。こうした取り組みは、既存の国際的ガイドラインの効果的な実施を促していくことにも直接貢献できる仕組みとして期待される⁶⁸。

5. 考察

このように近年では、宇宙関連の企業団体・業界団体など民間部門においても、宇宙活動の安全と持続性を確保していくためのガバナンスの改善に向けた動きが見られる。こうした民間部門における取り組みは、これまで国家間において形成されてきたガバナンスの枠組みとどのような関係を持ち、これからの宇宙空間の利用をめぐるグローバル・ガバナンスの中でどのように位置づけられていくのか。以下に、考察してみたい。

まず、これからの宇宙活動の安全と持続性を確保していくためのガバナンスの当事者として、民間企業の存在感と役割は非常に高まっている。特にNewSpaceを牽引する民間企業にとって、宇宙活動の安全と持続性はビジネスの前提でもある。それゆえ、持続可能なビジネスのためにも宇宙活動の安全と持続性の確保に主体的に取り組んでいくことは、民間企業にとっても大きな利害関心になっていると言える。その結果、近年では、民間企業を中心とする(あるいは、民間企業の活動も対象とした)ガバナンスの枠組みが形成されてきたと捉えることができるだろう。

また、こうした民間部門における取り組みは、これまでに国家間で形成されてきた既存の枠組みとも整合性をとるかたちで進展してきた。前節で取り上げた事例は、いずれもIADCやUNCOPUOSなど国家間で検討されてきた既存の国際的ガイド

ラインの重要性を踏まえ、その実施に産業界として貢献していくための枠組みを形成しているものだと言える。すなわち、これまで国家を中心に形成されてきたガバナンスの枠組みが民間にも伝播し、総体として多様な主体・枠組み・方法によるグローバル・ガバナンスが形成されつつあると捉えることも可能である。

さらに言えば、民間企業を中心に検討されてき た原則やガイドラインの中には、既存の国際的ガ イドラインより厳しい基準で指針を示すものもあ る。例えば、IADCの「スペースデブリ低減ガイ ドライン」は、地球低軌道において運用を終了し た宇宙機を25年以内に軌道から離脱させることを 求めている。これに対し、SSCのベストプラクティ スは、軌道離脱のための推力を使用できる低軌道 の宇宙機については、5年以内に軌道離脱を完了 できるよう努めるべきであるとしている⁶⁹。加え て、SSCのベストプラクティスやCONFERSが定 める基本原則は、国家間の枠組みにおいては依然 として十分な合意が形成されているとは言い難い 大規模コンステレーションやOOSといった新たな 運用形態の安全基準も考慮した内容となっている 点も指摘できるだろう。民間部門における取り組 みは、国際的ガイドラインや技術標準に従うだけ でなく、それらを補完・改善する役割を果たして いくことも期待できる。

一方、こうした民間企業を中心に広がるガバナ ンスへの取り組みは、軌道上での衛星破壊行為を 含め、宇宙空間における軍事活動の規制に貢献す ることを直接意図したものではない。しかしなが ら、少なくともスペースデブリを意図的に発生さ せるような無責任な行為に対しては、民間企業も 宇宙空間の利用者として重大な利害関心を持って いるということを対外的に明示していると評価す ることもできるだろう。対衛星兵器の実験や使用 を明確に禁止する新たな条約の制定が難しい状況 にあるなか、スペースデブリの発生防止や低減と いう側面から無責任な行為を防止していくことの 重要性は宇宙空間の安全保障環境の改善という観 点からも高まっていると言える。事実、2021年11 月にロシアが軌道上での衛星破壊実験を行った際、 日本はUNCOPUOSのスペースデブリ低減ガイド

ラインが宇宙物体の意図的な破壊を慎むべきとしていることに基づき、こうした無責任な行為に対する「懸念」を表明するとともに、今後このような実験を行わないよう求める外務報道官談話を発表した⁷⁰。本稿で示した事例は、こうした側面においても既存の国際的ガイドラインの重要性が民間部門においても支持され、スペースデブリを意図的に増加させるような無責任な行為は慎むべきであるという原則の正当性が広がりを見せているということを示すものと捉えることもできるだろう。

しかしながら、こうした原則やガイドラインは、 それが適切に実施されてこそ初めて効果を発揮す るものと言える。IADCやUNCOPUOSが定める ガイドラインは、条約のような法的拘束力こそ持 たないものの、それらが各国の国内法や許認可・ 規制枠組みの中に組み込まれることである程度の 実効性を確保しているという側面もある71。本稿 で取り上げた民間部門における取り組みは、まだ 緒に就いたばかりということもあり、その効果を 現時点で評価することは難しい。それぞれの枠組 みにおいて形成された原則やガイドラインの効果 的な実施のあり方を検討していくことは今後も課 題となるだろう。この点において、WEFによる SSRへの取り組みは、宇宙活動の安全と持続性へ の取り組みを「見える化」し、効果的な実施を促 していくための仕組みとして注目される。

また、こうした民間部門におけるガバナンスへの取り組みは、依然として欧米(特に米国)の企業が中心になっていると言える。また、宇宙ビジネスの著しい発展と比べれば、こうした枠組みに参加する企業の数も依然として限られている。今後の宇宙ビジネスの世界的発展も見据え、各国の主要企業や新興宇宙企業の参加を如何に取り込んでいくかも大きな課題となるであろう。

6. おわりに

宇宙活動の安全と持続性をめぐるグローバル・ガバナンスの根本的な目標は、宇宙空間における「共有地の悲劇」を如何に防ぐかという点に集約できるだろう⁷²。宇宙空間という「共有地」の利用

者が多様化するなか、「悲劇」を防ぐための新たな ガバナンスのあり方が問われているのである。

近年では、"NewSpace"という言葉にも象徴されるように、宇宙ビジネスの進展も目覚ましく、宇宙空間における「悲劇」を防止することは、民間企業にとっても大きな利害関心となっている。宇宙ビジネスを展開する企業は、宇宙空間の主要な利用者となるに従い、宇宙活動の安全と持続性のためのガバナンスの担い手にもなりつつあるのである。本稿で取り上げた産業界で広がるイニシアティブは、そうした動きを端的に示す証左でもあると言えるだろう。宇宙空間の安全かつ持続的な利用をめぐるガバナンスは、国家を中心とした構造から、民間部門も含む多中心的な分散型のガバナンスへと移行していると捉えることもできる。

しかしながら、こうした民間部門における枠組みが、これまで国家間で形成されてきたガバナンスの枠組みにとって代わるわけではない。前述の通り、産業界を中心とする民間部門の取り組みは、これまでに国家間で合意・形成されてきた原則やガイドラインとも整合性を確保しながら進展している。既存の国際的枠組みとも目的を共有しつつ、宇宙空間という「共有地」の利用者として責任ある行動を促進するための多様な枠組みが産業界でも形成されてきたのである。その結果、総体として見れば、多様な主体、枠組み、方法による宇宙空間の利用のための新たなグローバル・ガバナンスの様相が形成されつつあるのである。

問題は、それによって実際にどのような効果がもたらされるかという点であろう。まだ現時点では、それを正しく評価することは難しい。こうして新たに形成されるガバナンスの枠組みによって、宇宙活動の安全と持続性に向けた各主体の行動にどのような変化がもたらされていくのか。今後も検討が必要である。

謝辞

査読者より大変貴重なご指摘・ご示唆をいただ いた。心より御礼を申し上げる。

註

- ¹ Kaitlyn Johnson, Key Governance Issues in Space (Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies, 2020).
- ² グローバル・ガバナンス論に関する邦語文献は数多あるが、本稿においては、特に以下を参考にした。西谷真規子、山田高敬編『新時代のグローバル・ガバナンス論-制度・過程・行為主体』ミネルヴァ書房、2021年。大矢根聡、菅英輝、松井康浩編『グローバル・ガバナンス学I-理論・歴史・規範』法律文化社、2018年。渡邊啓貴、福田耕治、首藤もと子編『グローバル・ガバナンス学II-主体・地域・新領域』法律文化社、2018年。大芝亮、秋山信将、大林一広、山田敦編『パワーから読み解くグローバル・ガバナンス論』有斐閣、2018年。城山英明『国際行政論』有斐閣、2018年。山本吉宣『国際レジームとガバナンス』有斐閣、2008年。
- ³ The Commission on Global Governance, *Our Global Neighborhood: The Report of the Commission on Global Governance* (Oxford: Oxford University Press, 1995) pp.2-3. 邦語訳については、以下を参照した。山本『国際レジームとガバナンス』169頁。
- 4 山本『国際レジームとガバナンス』168-184頁。なお、 国際レジームについては、以下も参照。スティーヴン・ D・クラズナー(河野勝 監訳)『国際レジーム』 勁草書 房、2020年。
- 5 池田文雄『宇宙法論』成文堂、1971年。青木節子『日本の宇宙戦略』慶應義塾大学出版会、2006年。M. J. Peterson, International Regimes for the Final Frontier (New York: State University of New York Press, 2005).
- Kai-Uwe Schrogl, et al., eds., Space Traffic Management: Towards a Roadmap for Implementation (Paris: International Academy of Astronautics, 2018). Ram S. Jakhu and Joseph N. Pelton, eds., Global Space Governance: An International Study (Cham: Springer: 2017). Ram S. Jakhu, et al., eds., The Need for an Integrated Regulatory Regime for Aviation and Space: ICAO for Space? (Vienna: Springer, 2011). また、宇宙空間の利用をめぐるガバナンスについて論 じた邦語文献として、以下がある。青木節子「宇宙ガ バナンスの現在-課題と可能性」『国際問題』No.684、 2019年9月、15-24頁。鈴木一人『宇宙開発と国際政治』 岩波書店、2011年(特に第7章及び第8章)。また、宇 宙安全保障と軍事利用の観点からガバナンスをめぐる 問題について論じたものとして、福島康仁『宇宙と安 全保障-軍事利用の潮流とガバナンスの模索』千倉書 房、2020年。
- Todd Harrison, et al., *Escalation and Deterrence in the Second Space Age* (Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies, 2017) p.2.
- 8 Jessica West, ed., Space Security Index 2019 (Ontario: Waterloo Printing, 2019).

- ⁹ ESA, ESA's Annual Space Environment Report (Darmstadt: ESA, 2021) p.26.
- Union of Concerned Scientists, Satellite Database, updated on September 1, 2021, https://www.ucsusa.org/resources/ satellite-database, accessed on October 23, 2021.
- 11 こうした従来型の政府主導による宇宙活動を"Old Space"、 あるいは、"Established Space" などと呼ぶことがある。
- 12 NewSpaceをめぐる動向については、以下を参照。石田 真康『宇宙ビジネス入門-NewSpace革命の全貌』日経 BP、2017年。齊田興哉『宇宙ビジネス第三の波-NewSpaceを読み解く』日刊工業新聞社、2018年。 なお、こうした動きは決して米国に限られたものでは なく、近年では日本を含むアジア地域においても NewSpaceと呼べるような動きが見られるようになって いる。詳しくは、以下を参照。Marco Aliberti and Quentin Verspieren, eds., New Space in Asia: Experts Views on Space Policy and Business Trends in Asian Countries (Vienna: European Space Policy Institute, 2021).
- 13 Space X社やBlue Origin社は、米国におけるNewSpace を牽引する代表的企業である。Space X社は、2020年5月に初めて有人宇宙船 Crew Dragonの有人飛行テストに成功した。2020年11月には日本の野口聡一飛行士、2021年4月には星出彰彦飛行士が Crew Dragonで国際宇宙ステーションへ向かった。Blue Origin社は、Amazon社の創設者であるジェフ・ベゾス(Jeff Bezos)が設立した宇宙ベンチャー企業である。同社が開発した有人宇宙船 New Shepard は、2021年7月に初の有人飛行に成功した。2021年10月には、二度目の飛行にも成功している。
- 14 Space X社は、2021年9月までに約1,700機の衛星を打ち上げ、そのうち1,400機程度を運用していると言われている。Amy Thompson, "Space X Launches 51 Starlink Internet Satellites in the Constellation's 1st West Coast Launch," Space.com, September 14, 2021, https://www.space.com/spacex-starlink-satellites-1st-west-coast-launch, accessed on October 10, 2021.
- Bhavya Lal, et al., Global Trends in Space Situational Awareness (SSA) and Space Traffic Management (STM) (Washington, D.C.: IDA Science & Technology Policy Institute, 2018) pp.14-18.
- 16 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「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」2021年5月17日、https://www8.cao.go.jp/space/taskforce/debris/dai5/sankou4.pdf、2022年1月11日閲覧。
- NASA Orbital Debris Program Office, Orbital Debris Quarterly News, Volume 25, Issue 1, February 2021, p.10.
- NASA Orbital Debris Program Office, "What is Orbital Debris?" Frequently Asked Questions, https://orbitaldebris. jsc.nasa.gov/faq/, accessed on October 24, 2021.
- $^{\rm 19}~$ ESA, "Space Debris by the Numbers," updated on September

- 20, 2021, https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers, accessed on October 24, 2021.
- 20 事実、スペースデブリが人工衛星やその他の宇宙機と 衝突した事例は過去にも多く報告されている。詳しく は、以下を参照。加藤明『スペースデブリー宇宙活動 の持続的発展をめざして』地人書館、2015年、89-100 頁。JAXA「スペースデブリに関してよくある質問 (FAQ)」https://www.kenkai.jaxa.jp/research/debris/debfaq.html、2022年1月8日閲覧。
- Brian Weeden, "2009 Iridium-Cosmos Collision: Fact Sheet," Secure World Foundation Fact Sheet, November 2010, https://swfound.org/media/6575/swf_iridium_cosmos_ collision_fact_sheet_updated_2012.pdf, accessed on January 8, 2022.
- ²² カナダ宇宙庁(Canadian Space Agency)によれば、ロボットアームの機能に重大な影響はなかった。Anusuya Datta, "Damage to Canadarm2 on ISS once again highlights space debris problem," Space News, June 3, 2021, https://spacenews.com/op-ed-damage-to-canadarm2-on-iss-once-again-highlights-space-debris-problem/, accessed on January 8, 2022.
- ESA, "ESA Spacecraft Dodges Large Constellation," September 3, 2019, https://www.esa.int/Safety_Security/ESA_spacecraft_dodges_large_constellation, accessed on October 25, 2021. Beyza Unal, "Collision Risks in Space Due to Mega-constellations," Chatham House, October 26, 2021, https://www.chathamhouse.org/2021/10/collision-risks-space-due-mega-constellations, accessed on January 8, 2022.
- UNCOPUOS, "Note Verbale Dated 3 December 2021 from the Permanent Mission of China to the United Nations (Vienna) Addressed to the Secretary-General," A/ AC.105/1262, December 10, 2021, https://www.unoosa. org/res/oosadoc/data/documents/2021/aac_105/ aac_1051262_0_html/AAC105_1262E.pdf, accessed on January 8, 2022.
- 25 例えば、米国は1985年に実施した衛星破壊実験において追跡可能なものだけでも285個のスペースデブリを発生させている。また、ソ連は1968年から1982年にかけてスペースデブリの発生を伴う衛星破壊実験を複数回実施しており、追跡可能なものだけでも合計800個以上ものスペースデブリを発生させている。詳しくは、以下を参照。Brian Weeden, Through a Glass, Darkly: Chinese, American, and Russian Anti-satellite Testing in Space, Secure World Foundation, March 2014, https://swfound.org/media/167224/through_a_glass_darkly_march2014.pdf, accessed on January 8, 2022.
- NASA Orbital Debris Program Office, Orbital Debris Quarterly News, Volume 18, Issue 1, January 2014, p.2-3.
- ²⁷ Marissa Martin, et al., "Indian Direct Ascent Anti-satellite

- Testing," Secure World Foundation Fact Sheet, April 2021, https://swfound.org/media/207182/swf_indian_da-asat_fact_sheet_apr2021.pdf, accessed on January 8, 2022.
- ²⁸ そこには、ロシア人の宇宙飛行士さえ含まれていた。 Nivedita Raju, "Russia's Anti-satellite Test Should Lead to a Multilateral Ban," Stockholm International Peace Research Institute, December 7, 2021, https://www.sipri. org/commentary/essay/2021/russias-anti-satellite-testshould-lead-multilateral-ban, accessed on January 8, 2022.
- 29 UNCOPUOSの設立過程については、以下を参照。永井雄一郎「国連宇宙空間平和利用委員会の設立と米国の宇宙政策」『国際関係研究』第41巻合併号、2021年、25-39頁。
- 30 五つの宇宙関連諸条約とは、宇宙条約(1967年)、宇宙 救助返還協定(1968年)、宇宙損害責任条約(1972年)、 宇宙物体登録条約(1976年)、月協定(1984年)を指す。
- ³¹ 宇宙条約の正式名称は、「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」である。Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, 610 UNTS 205, October 10, 1967.
- 32 宇宙条約第九条は、宇宙環境の保護を規定しており、宇宙空間の有害な汚染の防止に努めるとともに、宇宙空間の探査及び利用は条約の他の当事国の対応する利益に妥当な考慮を払って行われなければならないと定めている。これは、スペースデブリの発生を防止するための事前措置の必要性にも適応できる規定であるという捉え方もある。小塚荘一郎、佐藤雅彦編『宇宙ビジネスのための宇宙法入門』有斐閣、2015年、64-65頁。
- ³³ Johnson, Key Governance Issues in Space.
- 34 正式名称は、「月その他の天体における国家活動を律する協定」である。1979年に採択され、1984年に発効した。
- ³⁵ United Nations Office for Outer Space Affairs, "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space: Membership Evolution," https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/ copuos/members/evolution.html, accessed on October 22, 2021.
- 36 小塚、佐藤 編『宇宙ビジネスのための宇宙法入門』28-31 頁。
- 37 青木「宇宙ガバナンスの現在」15-27頁。青木節子「21 世紀の宇宙軍備管理条約案の現状と課題」日本軍縮学 会編『軍縮・不拡散の諸相』信山社、2019年、421-441 頁。
- ³⁸ グローバル・ガバナンスにおける「ソフトロー」については、以下を参照。Kenneth W. Abbott and Duncan Snidal, "Hard and Soft Law in International Governance," *International Organization*, Volume 54, Issue 3, Summer 2000, pp.421-456.
- 39 1990年以前にも、米国のNASAと、ソ連(当時)、日

- 本、欧州の宇宙機関との間でスペースデブリの問題に 関する協議が行われていた。
- 40 2021年現在、IADCには、米国、日本、欧州、ロシア、 イタリア、フランス、中国、カナダ、ドイツ、韓国、イ ンド、ウクライナ、英国の宇宙機関が参加している。
- ⁴¹ IADC, "IADC Space Debris Mitigation Guidelines," IADC-02-01, Revision 3, June 2021.
- ⁴² United Nations, *Technical Report on Space Debris* (New York: United Nations, 1999).
- ⁴³ UNCOPUOS, "Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space," in United Nations, Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, A/62/20, 2007, pp.47-50.
- 44 Ibid.
- ⁴⁵ Hedley Stokes, et al., "Evolution of ISO's Space Debris Mitigation Standards," the First International Orbital Debris Conference, 2019, https://www.hou.usra.edu/meetings/ orbitaldebris2019/orbital2019paper/pdf/6053.pdf, accessed on October 22, 2021.
- ⁴⁶ Peter Martinez, "The UNCOPUOS Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities," Secure World Foundation Fact Sheet, November 2019, https:// swfound.org/media/206891/swf_un_copuos_lts_guidelines_ fact_sheet_november-2019-1.pdf, accessed on October 22, 2021.
- ⁴⁷ UNCOPUOS, "Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities," A/AC.105/2018/CRP.20, June 2018, https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2018/aac_1052018crp/aac_1052018crp_20_0_html/AC105_2018_CRP20E.pdf, accessed on December 24, 2021.
- ⁴⁸ SIA, "About SIA," https://sia.org/about-sia/, accessed on October 15, 2021.
- ⁴⁹ SIA, "Principles of Space Safety for the Commercial Satellite Industry," October 22, 2019, https://sia.org/space_ safety/, accessed on October 16, 2021.
- 50 「無害化 (passivation)」とは、宇宙機の破砕の可能性を低減させるため、余剰推薬の排出や燃焼、バッテリーの放電、圧力容器の逃気等によって、搭載エネルギーを消滅させることを意味する。IADC, "IADC Space Debris Mitigation Guidelines," p.8.
- 51 SIA, "Principles of Space Safety for the Commercial Satellite Industry."
- 52 2021年10月現在、SSCには49の企業・団体が参加している。そのなかには、日本に拠点を置く企業Astroscale 社も含まれている。
- 53 SSC, "Best Practices for the Sustainability of Space Operations," September 16, 2019, https://spacesafety.org/ best-practices/, accessed on October 17, 2021.
- 54 Ibid.
- 55 Ibid.
- ⁵⁶ CONFERS, "CONFERS Overview," January 2020, https://

www.satelliteconfers.org/wp-content/uploads/2020/01/CONFERS-One-Pager.pdf, accessed on October 20, 2021. CONFERS, "Consortium for Execution of Rendezvous and Servicing Operations (CONFERS): Articles of Collaboration," updated on January 8, 2021, https://www.satelliteconfers.org/wp-content/uploads/2021/01/CONFERS_AOC-01082021-1.pdf, accessed on October 20, 2021.

- ⁵⁷ CONFERS, "Current Members," https://www.satelliteconfers. org/members/, accessed on October 20, 2021.
- ⁵⁸ CONFERS, "Guiding Principles for Commercial Rendezvous and Proximity Operations and On-Orbit Servicing," revised in October 2021, https://www.satelliteconfers.org/confersguiding-principles_revised-oct-21/, accessed on October 20, 2021.
- ⁵⁹ CONFERS, "CONFERS Recommended Design and Operational Practices," revised in October 2021, https://www.satelliteconfers.org/confers_operating_practices_revised-oct-21/, accessed on October 20, 2021.
- 60 Ibid.
- WEF, "New Space Sustainability Rating Addresses Space Debris with Mission Certification System," Press Release, June 17, 2021, https://www.weforum.org/press/2021/06/ new-space-sustainability-rating-addresses-space-debriswith-mission-certification-system, accessed on October 19, 2021.
- Francesca Letizia, et al., "Framework for the Space Sustainability Rating," 8th European Conference on Space Debris, April 22, 2021, https://conference.sdo.esoc.esa. int/proceedings/sdc8/paper/95/SDC8-paper95.pdf, accessed on October 19, 2021.
- WEF, "Space Sustainability Rating: Virtual Workshop," April 15, 2021, https://www3.weforum.org/docs/WEF_ Space_Sustainability_Rating_2021.pdf, accessed on October 19, 2021.
- ⁶⁴ WEF, "New Space Sustainability Rating Addresses Space Debris with Mission Certification System."
- 65 SSRでは、宇宙ミッションの持続性への取り組み状況に応じて、「SSR認証 (Certified)」「SSRシルバー (Silver)」「SSRゴールド (Gold)」「SSRプラチナ (Platinum)」の四つのレベルから認証が与えられることが想定されている。各レベルの基準については、以下を参照。WEF, "Space Sustainability Rating."
- ⁶⁶ WEF, "New Space Sustainability Rating Addresses Space Debris with Mission Certification System."
- 67 Letizia, et al., "Framework for the Space Sustainability Rating."
- Minoo Rathnasabapathy, et al., "Space Sustainability Rating: Designing a Composite Indicator to Incentivise Satellite Operators to Pursue Long-Term Sustainability of the Space Environment," IAC-20-E9.1-A6.8.6, October 2020, https://dam-prod.media.mit.edu/x/2020/10/14/IAC%202020%20 Manuscript%20October.pdf, accessed on October 19, 2021.

- ⁶⁹ IADC, "IADC Space Debris Mitigation Guidelines," p.10. SSC, "Best Practices for the Sustainability of Space Operations," p.12.
- 70 外務省「ロシア政府による衛星破壊実験について」外 務報道官談話、2021年11月18日、https://www.mofa. go.jp/mofaj/press/danwa/page3_003159.html、2022年1 月11日閲覧。
- ⁷¹ 例えば、以下を参照。United Nations Office for Outer Space Affairs, Compendium of Space Debris Mitigation Standards Adapted by States and International Organizations, https://www.unoosa.org/oosa/sk/ourwork/topics/spacedebris/compendium.html, accessed on October 26, 2021.
- Garrett Hardin, "The Tragedy of the Commons: The Population Problem Has No Technical Solution; It Requires a Fundamental Extension in Morality," *Science*, Volume 162, Issue 3859, December 1968, pp1243-1248.

本稿は、2022年3月開催のThe 33rd International Symposium on Space Technology and Science (ISTS) での口頭発表のために用意した以下の講演原稿を日本語にし、加筆・修正を加えたものである。

Yuichiro Nagai, "Efforts of the Private Sector in Space Governance," paper presented at the 33rd International Symposium on Space Technology and Science, the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, March 1, 2022.