

コラム 急速に進行する「宇宙の混雑化」問題 坂口 滉季

宇宙開発・利用によってもたらされる政治的・経済的・軍事的利益は著しく巨大なものになった。今や軌道上からの測位や放送、通信などのサービスは日常的に使われ、グローバル社会に欠かせないインフラである。それら商業宇宙産業は全世界で4000億ドルを超える規模になると推測され、しかも急速に成長し続けている。また宇宙システムは現代戦の遂行に欠かせず、先進国の軍隊は依存の度を深めている。宇宙開発・利用による利益を求めて多くの国家や民間企業が宇宙開発に参入し、新たな宇宙開発競争の時代が到来した。だが熾烈な競争の影で、それら全てを脅かす深刻な問題が生じつつある。それが「宇宙の混雑化」の問題である。

今の人類が利用できる宇宙空間は地球周辺の僅かな領域であり、特に有用に使える部分は高度2000km以下の地球低軌道（LEO）空間と高度約36000kmの地球静止軌道（GEO）に限定されている。その限られた空間・軌道上に大量の人工衛星とスペースデブリ（宇宙ごみ）とが密集している。スペースデブリは使い終わって放置された人工衛星やロケット、それらの破片など、人類の宇宙活動の副産物として生じた。狭い領域に物体が密集すると、衝突の危険性が高まる。軌道上に存在する物体は常に高速で移動しており、LEO空間で約7-8km/s、GEOでも約3km/sに達する。そのため、かなり小さな、それこそ μm 単位の物体であっても衝突した際には被害が生じ、1cm程度の物体が衝突したならば致命的な被害になりうる。

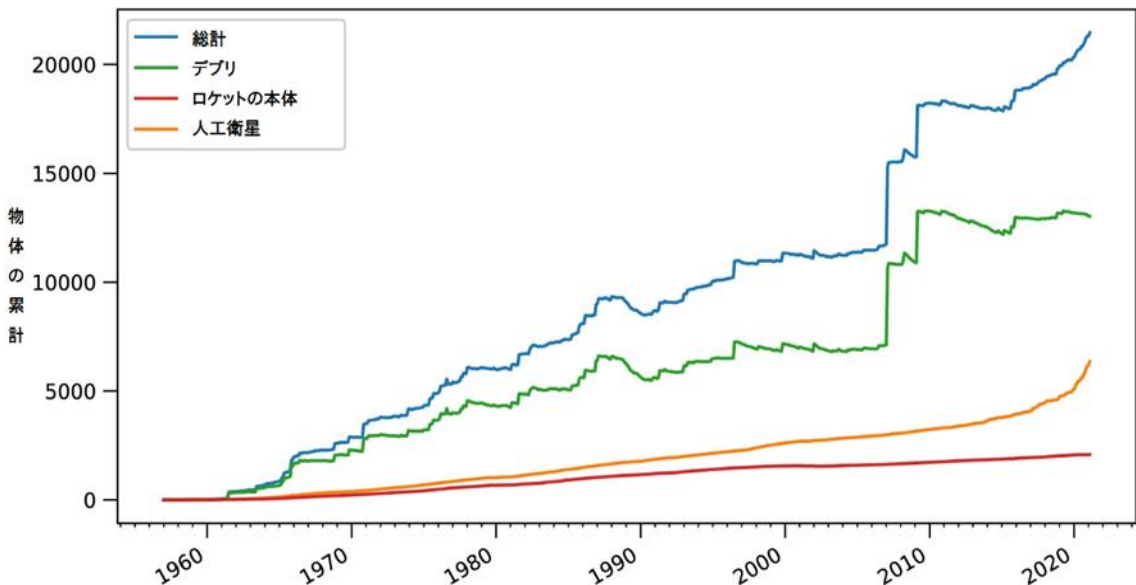


図1：軌道上の物体数の変化

原注：累積軌道上分布関数（全軌道）。軌道を離脱した物体は含まれない。2007年と2009年の急激な上昇は、それぞれ中国のASAT実験とイリジウム33＝コスモス2251衝突事故を表す。オレンジ色の曲線（訳注：人工衛星を表す）の急激な上昇は、NewSpace（訳注：新興の民間企業による宇宙開発）に起因する。

図の出典：Boley, A.C., Byers, M. "Satellite mega-constellations create risks in Low Earth Orbit, the atmosphere and on Earth", Scientific Reports, 11, 10642(2021), <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89909-7>, Accessed on 20 September 2021.

このように宇宙の狭い領域に物体が集中して存在し、衝突のリスクが高まる問題を「宇宙の混雑化」の問題という。

図1は軌道上の物体の数の変化を表したグラフである。宇宙に存在する物体の総数は宇宙開発が始まった1957年以来、一貫して増加の傾向にあることが分かる。特に21世紀になってからの増加は著しく、2000年代後半と、2010年代後半以降とで、2度の急激な増加があった。

2000年代後半の急激な軌道上物体の増加は、2007年と2009年のデブリの増加と対応する。原注にもあるが、2007年には中国が自国の衛星を破壊する対衛星（ASAT）兵器実験を行い、2009年にはアメリカのイリジウム33衛星と、機能を停止していたロシアのコスモス2251衛星とが衝突した。どちらの事件・事故でも破片として大量のデブリが軌道上に飛散した。2010年代後半以降の軌道上物体の増加は人工衛星の増加に対応する。これは各国での宇宙開発、特にNewSpaceと呼ばれる民間企業による宇宙開発が原因であり、アメリカのSpaceX社によるStarlinkメガコンステレーションの構築が増加分の大多数を占める。

メガコンステレーションとは、大量の衛星を運用して機能を提供する宇宙システムであり、SpaceX社は12000基の衛星によって地上に無線インターネットサービスを提供することを目指して、衛星の打上げを継続的に行っている。

将来的な推移として、デブリについては新たな出現を防ぐ予防措置を各国が行っており、またデブリを出すような活動に対して国際社会が批判的であることから、ASAT兵器の実験などによる意図的なデブリの拡散は防ぐことができると考えられる。

しかし、依然として軌道上には大量の人工衛星とデブリが存在しているため、偶発的な衝突によって大量のデブリが出現する可能性は残されている。

増加するのを含めて予測が困難なデブリに対して、人工衛星は今後も急速に増えていくことが推測される。Starlinkコンステレーションの構築は進行中であり、更にAmazon社は約3200基の、中国は約13000基のメガコンステレーションを計画している。「メガ」とは言えない数十基～数百基のコンステレーションも多く計画されている。コンステレーションではなくとも、宇宙開発に携わるアクターの増加とともに、人工衛星の数は着実に増加している。人工衛星は地上からの管制によって衝突の回避が行えるが、数が著しく増えるのなら衝突のリスクも増大する。

現状を放置したならば、人工衛星とスペースデブリとが地球周辺を覆いつくすことになりかねない。混雑化が進行しても直ちに大きな問題は起こらないが、時間が経つにつれて軌道上の衛星システムへの被害は拡大していくことが予想される。衝突被害が増えると商業宇宙産業は保険や代替衛星の打上げなどのコストが増加して萎縮し、軍事宇宙システムが被害を受けると軍隊の戦闘能力は低下する。最終的には人類が宇宙から得られるはずの利益全てが失われかねない。宇宙開発先進国の1つである日本も含めて、国際社会が一丸となった対応が求められる。

（文責 筆者）

特定非営利活動法人 外交政策センター Foreign Policy Center (FPC)

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-30-7-502

Eメール: foreignpolicy617@gmail.com

ホームページ: <http://www.foreign-policy-center.tokyo>

Facebook: <https://www.facebook.com/fpc.gaikoseisaku/>