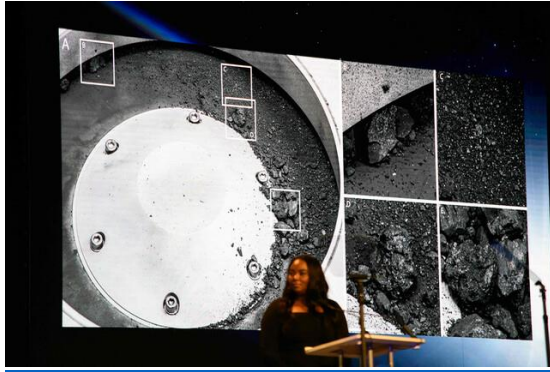


小惑星試料に水と炭素 生命起源の調査に期待 米 NASA 10/12(木) 8:08 配信



[11日、米南部テキサス州ヒューストンのジョンソン宇宙センターで開かれた記者会見で紹介された小惑星から採取された試料の写真（AFP時事）](#)

【ワシントン時事】米航空宇宙局（NASA）は11日、「米国版はやぶさ」の無人探査機「[オシリス・レックス](#)」が小惑星から採取した試料に、水と炭素が多く含まれていたと発表した。水と炭素は生命に不可欠で、地球上の生命の起源を調べる上で大きな前進となる可能性がある。 NASAのネルソン長官はテキサス州ヒューストンのジョンソン宇宙センターで記者会見し、「まさにわれわれが見つけたかったものだ。われわれの惑星の形成で極めて重要な元素であり、生命の起源を特定するのに役立つ」と語った。 オシリス・レックスは2016年に打ち上げられ、小惑星「ベンヌ」から試料を採取。今年9月24日に試料を収めたカプセルを地球に投下した。カプセルは[ユタ州](#)の砂漠地帯で回収され、詳しく分析されていた。 ベンヌは地球の近くにある「地球近傍小惑星」で、約46億年前の太陽系誕生時と地表の岩石などがほぼ変わっていないとされる。NASAが持ち帰った試料の一部は日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）にも提供される。

<https://uchubiz.com/article/new29549/>

探査、建築、栽培で挑む-日本企業から見える月面開発の可能性と期待

2023.10.12 08:00 [藤川理絵](#)

宇宙イベント「SpaceLINK 2023」が9月13日に東京ドームホテルで開催された。メインテーマは「あなたと宇宙がつながる日」。トークセッション「わたし×月」では、世界各国で加速する月面開発について、「探査」「建築」「栽培」に挑む日本の企業が登壇して、パネルディスカッションを行った。

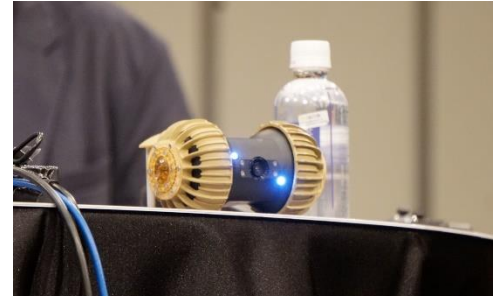
パネルディスカッションには、ispaceで最高収益責任者（Chief Revenue Officer：CRO）を務める齊木敦史氏、ダイヤモンド取締役で最高執行責任者（COO）の三宅創太氏、鹿島建設イノベーション推進室で宇宙分野の担当部長を務める大野琢也が登壇。DigitalBlastシニアマネージャーの森徹氏がモデレーターを務めた。

月面開発を「探査」「建築」「栽培」で語る

前半は「探査」「建築」「栽培」という3つのテーマで、各社が事業を紹介した。1つめの「探査」は、2022年12月11日にフロリダからSpace Exploration Technologies（SpaceX）のロケット「Falcon 9」で月着陸船（ランダー）を打ち上げたispaceと、超小型の月面探査車（ローバー）を開発するダイヤモンドの2社が月面探査に関する最新状況を話した。

[ispace](#)の民間月探査プログラム「[HAKUTO-R](#)」ミッション1では、打ち上げから月面着陸までの間に10段階のマイルストーンを設けて、マイルストーンごとの成功基準（サクセスクライテリア）を設定。残念ながら月には着陸できなかったが、サクセスクライテリア10のうち8をクリアした。

ispaceの齊木氏は、最後の着陸体制に入るところまで成功したことを改めて報告した。実際に、月から約100kmの場所での月と地球が映った写真撮影にも成功したという。



ispace CRO 齊木敦史氏

「人間が夢を実現することは大事。月で自分の技術を確認されるなら、ぜひやったほうがいいと思っています、僕の仕事はそこにビジネスモデル、パートナーシップを作ること」（三宅氏）

テーブルに置かれた YAOKI

2024年には、ミッション1と同じモデルのランダーを使ったミッション2に挑む。現在開発中のミッション3のランダーは、高さ約3.5m、幅約4.2m、重量約5tと大型化、より多くの貨物（ペイロード）を搭載できる予定で、米航空宇宙局（NASA）の「[商業月面輸送サービス（Commercial Lunar Payload Services : CLPS）](#)」として契約している。[ダイヤモンド](#)の三宅氏は、超小型ローバー「YAOKI」を紹介した。世界的にも画期的な発明であるAudiの四輪駆動システム「quattro」の開発を手がけたロボットクリエイター中島紳一郎氏が「宇宙でも最高の駆動体の発明に挑戦しよう」とダイヤモンドを立ち上げ、YAOKIを開発したという。

YAOKIは「七個転び八起き」という由来通り、転んでも倒れても走り続けられる設計で、手のひらサイズという超小型、超軽量。例えば、月の地下空間に落ちていって、そのまま探査を続けることも可能だという。実は、すでに米[Astrobotic Technology](#)と契約して、月面へ輸送される日を心待ちにしている状況だ。

2つめの「建設」では、鹿島建設の大野氏が自身の研究テーマである「人工重力施設」を解説した。来たる“月に住む時代”で「月面でも安全な暮らしができる環境を整えたい」と主眼を置いてきたという。



「月や火星で人間が暮らして、もしそこで子供が生まれたら地球に帰れない体になるかもしれない。これは大変なことだと思った」（大野氏）

人工重力施設のシミュレーション映像を投影する様子

「DigitalBlastは、月での植物栽培を目指して研究開発を進めている」（森氏）

人工重力施設とは、お椀のような形の建築物で、遠心力を使って1Gの環境を整え、人間がそこで過ごすことで地球に戻れる体を維持することができる施設だという。

将来、宇宙旅行者が増えてくると、接客サービスや施設メンテナンスといった業務を目的に、仕事で宇宙に行く人も出てくることが予想される。このような生活環境が整っていることは、この時にとても重要で必要なことだとして、研究を進めているという。

3つめの「栽培」では、[DigitalBlast](#)の森氏が「月の探査の次は住む時代だ」と話し、食料問題に言及した。

「ISS（国際宇宙ステーション）には、常時年間7人の宇宙飛行士が滞在しており、食料は100%地上から打ち上げて届けているが、JAXA（宇宙航空研究開発機構）が公表している輸送費用では、重量1kgあたり約330

万円という莫大なコストがかかっている」（森氏）。しかも、ISSは地上400kmであるのに対して、月は地球から38万km。桁違いの距離であるため、現地での生産は必要不可欠だと説明した。

月への挑戦は地球に何を還元するのか

後半は、DigitalBlastの森氏の進行で議論が交わされた。テーマは大きく3つ。1つめは「なぜ月を目指すのか」について、4者4様にコメントした。ispaceの齊木氏は「地球での持続性のある世界を目指すという目標を達成するには、月あるいは宇宙とは切っても切れない縁。地球と月が1つのエコシステムになった経済圏を作るためにも、月での水資源を活用して、ぜひそれを地球に還元していきたい」と話した。

森氏が「ダイモンさんも探査で月を目指しているが、ispaceさんとはまた違った視点をお持ちなのでは」と投げかけると、ダイモンの三宅氏は「月に未到着のいまこそ、たくさん失敗して、たくさん知恵を得て、みんながハッピーになっていきたい。世界で最高に面白いことを日本企業がたくさんやっているよね、という風になるといいなと思う」と答えた。鹿島建設の大野氏は「私自身は怖がりなので、月には行かない」と漏らし、森氏からも「え、行かないんですか？」と返されるなど会場を和ませつつ、「宇宙に行きたいという人がいるから、それを地上で支えるというサポート側として研究を進めている。将来的には月だけではなく、火星でも1G環境を実現していきたい」と話した。2つめのテーマは「月への挑戦によって、地球に還元されることは何か」。最初にコメントを求められた三宅氏は「地球では環境が優しすぎて、人間がすぐに助けに行けるけれど、月では無人遠隔の方がコストパフォーマンスが高いので月での建設、製造、物流、空気の再生、植物の生産など、あらゆる分野で技術革新が進み、地球にそれが還元されていく」との見方を明らかにした。

三宅氏は「本音」についても共有。「月から見れば、地球での出来事なんか誤差の範囲だと思う。いろいろ傷つくことがあったとしても、くよくよしないでやりたいことをやろうよ、というマインドになれるということも、地球への還元になるのではないかと」と語ると、森氏も「世の中、真面目な話しかなかなかできないところだが、本音の部分が聞けたのはすごくよかった」と答えた。これに続いて大野氏も、ビジネス視点での考えと個人的な「想い」を明かした。大野氏は「人工重力施設は、月ではリハビリ施設という位置付けだが、地球では骨や筋肉などを鍛えるための施設として還元できると考えている」と説明した上で「さっき、僕は月には行かないと言ったけれど、月面でバンジージャンプをしてみたい。地上では怖いけど、月でならやってみたくて、人間のアミューズメントの根本的な発見があるのではないかと持論を展開した。

齊木氏は「直接的」と「間接的」の2つの観点で、地球への還元について整理した。

「直接的には、月の水資源を衛星の燃料補給に使う、月面でのR&D（研究開発）が技術革新につながるといったメリットがある。間接的には、企業が月に挑戦することで社員のモチベーションが上がる、技術者の採用でプラスに働く、会社の意識改革や活性化につながるなど、さまざまな還元がある」（齊木氏）

3つめのテーマとして、森氏は3者それぞれに「民間企業としての意見」を求めた。

「宇宙は参入障壁が高いと感じられるかもしれないが、逆に先に入れば、先行者利益が非常に大きい」（齊木氏）、「宇宙を手がけるといっても、自分が宇宙に行く必要はなくて、たとえばスペースポート（宇宙港）など、地上でビジネスがたくさんある」（大野氏）、「宇宙でも企業間などのコラボレーションが生まれていい時期なのではないだろうか」（三宅氏）といった、実際に月面開発に挑む民間企業ならではの手触り感のある意見が共有され、あらゆる業界の企業にとって、宇宙ビジネスがより具体的かつ身近に感じられるトークセッションとなった。

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35210042.html>

国際宇宙ステーション、ロシア側の予備回路で冷却剤漏れ

2023.10.10 Tue posted at 15:42 JST



国際宇宙ステーション（ISS）のロシア側にあるモジュールで冷却剤漏れが発生した/NASA

（CNN）ロシア宇宙機関ロスコスモスは9日、国際宇宙ステーション（ISS）のロシア側にあるモジュール「ナウカ」で冷却剤漏れがあり、ラジエーター回路に影響が出ていることを明らかにした。

ナウカは2021年7月にISSにドッキングした。しかし米航空宇宙局（NASA）によると、冷却剤漏れが起きたのは、10年にスペースシャトルでISSに届けられた予備用のラジエーターだった。

ロスコスモスによると、ナウカの熱制御回路本体は正常に作動しており、同モジュールの居住区画は快適な状態にある。乗員やISSが危険にさらされる状況ではないとしている。NASAは9日午後、ナウカの2基のラジエーターのうち1基からはがれ落ちる薄片を米東部時間の同日午後1時ごろに観測したと発表した。

NASAによると、地上からISSの乗員に連絡を取り、NASAの宇宙飛行士が窓から薄片の存在を確認した。その後、汚染が起きた場合に備え、米国側の窓のシャッターを閉めるよう乗員に指示したとしている。

ラジエーター本体は正常に機能しているとNASAは強調。ISSの乗員が危険にさらされているわけではなく、問題については地上で診断を続けると説明した。冷却剤漏れの原因は現時点で分かっていない。

ISSでは22年暮れにもロシアの宇宙船ソユーズで冷却剤漏れがあり、ロスコスモスは1年近くにわたり、ISSに乗員を輸送する業務を復活させようと努めている。ソユーズは同年9月、NASAの宇宙飛行士1人とロシア人宇宙飛行士2人をISSに運んでいた。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1010/bs0_231010_4303670362.html

航空自衛隊も「航空“宇宙”自衛隊」に改称される時代…すぐそこまでやってきて

いる“宇宙戦争”のリアル

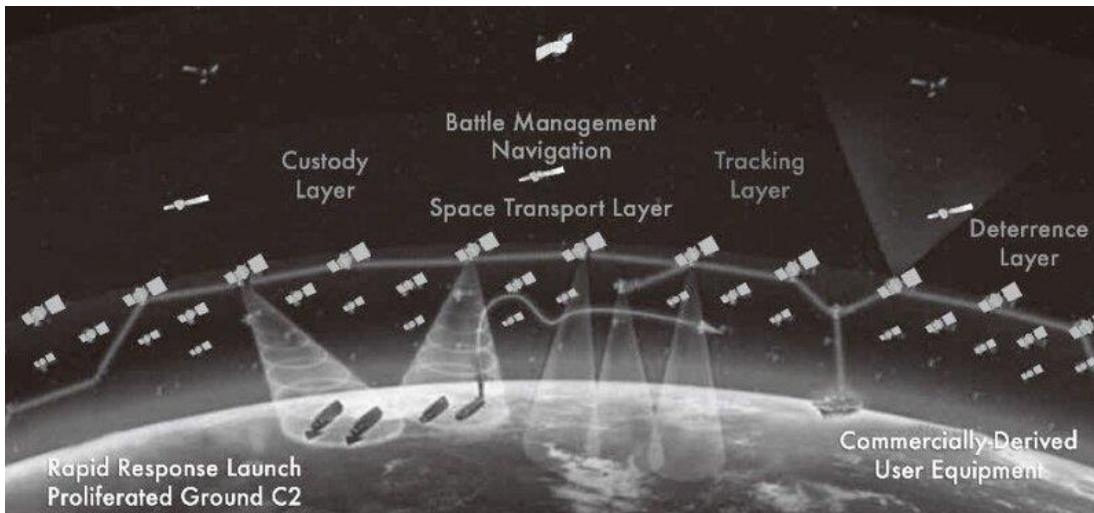
2023年10月10日（火）7時0分 [文春オンライン](#)

〈「いっそ、核武装すべきだと言って辞めてしまおうか」「非核三原則」を生み出した[佐藤栄作](#)が周囲にこぼしていた“意外な本音”〉から続く。ロシアによるクリミア併合、そしてウクライナ侵攻以降、核軍縮の流れは一気に転換し、武装強化による安全保障の流れがいたるところで進んでいる。なかでも近年、各国が力を注いでいるのが「宇宙」を舞台に想定した武器開発だ。航空自衛隊が航空宇宙自衛隊へと改称されることが決まった日本では、いったいどのような対応がとられているのか。毎日新聞専門編集委員の会川晴之氏の『核の復権 核拡散、核共有、原発ルネサンス』（角川新書）より一部を抜粋して紹介する。

本格化する宇宙戦争

ロシアと中国が、米国が築くミサイル防衛（MD）システム突破を狙い、乾坤一擲の大勝負をかけて開発したのが極超音速（ハイパーソニック）兵器だ。

音速より遅いが、それに近いのが亜音速、音速以上のマッハ1から5未満がスーパーソニック（超音速）、そして、マッハ5以上の超高速で飛ぶのを極超音速と呼ぶ。特徴は速度だけではない。海面（地上）を這うように低空で飛ぶ。海上や地上配備のレーダーではなかなか捉えられない。地球は丸く、水平（地平）線の先は見えないからだ。さらに、航空機のように機動性が高く、自由に飛行経路を変えることもできる。



宇宙空間からハイパーソニック兵器を監視・追跡する米軍の概念図（米国防総省提供）

当然、防御も難しくなる。ハイテン米戦略軍司令官は、18年夏にあった会合で「見えないものは撃ち落とせない」と、ハイパーソニック兵器で攻撃を受けた際、米国はお手上げだと告白している。

ロシアや中国のほか米国、そして北朝鮮やイラン、インド、日本も開発に取り組んでいる。その中で、ロシアと中国の取り組みが先行している。

米国の新たな防衛体制のカギは“宇宙”

ロシアと中国はハイパーソニック兵器以外でも、米国のMD突破を目指す新兵器の開発に取り組む。米本土を最短距離の北極経路ではなく、MDが手薄な南方向から狙える新型兵器の開発がそれだ。ロシアが22年春に初めて実験した巨大な大陸間弾道ミサイル（ICBM）「サルマト」は射程が1万8000キロあり、南極経路でも米本土を狙える。中国が21年7月に初めて実験した小型スペースシャトルに核兵器を載せたような新型兵器も、同様に南極経路で米本土を攻撃できる。

中露両国が、MDでは対応できない新型兵器の開発を始めたことを受け、米国は新たな防衛体制の構築に着手しはじめた。そのカギは宇宙にある。

レーダーで捉えにくい低空を、それも変則軌道で飛ぶハイパーソニック兵器を撃墜するには、発射から迎撃までの過程をすべて捕捉するシステムの構築が不可欠となる。米国は、これは宇宙しかないと判断し、宇宙空間にセンサーを積んだ大量の衛星を配備し、発射直後からハイパーソニック兵器を捕捉して追跡、迎撃する「誕生から死（from birth to death）」と呼ぶシステムの構築を目指している。

日本も宇宙を重視する取り組みを強める

トランプ政権で開発担当のトップを務めたグリフィン国防次官は「どこに迎撃対象があるのかを把握する必要がある」と宇宙空間に大量のセンサー衛星を配備することが重要だと説いた。地球から最も近い2000キロ未満の低軌道に少なくとも1000基の衛星を配備してセンサー網を構築する考えを示した。衛星の打ち上げ費用は、総額200億ドル（1ドル=140円換算で2兆8000億円）と試算した。

こうした取り組みにあわせるかのように、米国は19年12月に宇宙軍を設立、日本もそれにならって20年5月に自衛隊に宇宙作戦隊を設立した。22年12月には、航空自衛隊を航空宇宙自衛隊に改称することも閣議決定するなど、宇宙を重視する取り組みを強めている。

ロシアや中国はさまざまな衛星攻撃兵器の開発に取り組む

宇宙には、米国が開発・配備を目指すセンサー衛星のほか、さまざまな種類の軍事衛星がある。偵察衛星や、弾道ミサイルの発射を検知する早期警戒衛星、通信衛星などだ。カーナビやスマホの位置情報に欠かせない全地球測位システム（GPS）衛星もそもそもは軍事用に開発された。米国の潜水艦発射弾道ミサイル（SLBM）は、発射直後に衛星と通信して正確な位置情報をつかむ。このシステムの導入で精度が飛躍的に高まった。ロシアはGLONASS、中国はバイドゥーという自前の測位衛星網を築いている。

こうした基幹衛星は有事の際に攻撃対象となる。衛星は防御のための武器を積んでいないため、簡単に撃ち落とせる「おいしい標的」となるからだ。67年に発効した宇宙条約は、宇宙空間に核兵器など大量破壊兵器を配備することを禁じるものの、それ以外の兵器は規定がない。このため、ロシアや中国はさまざまな衛星攻撃兵器（ASAT）の開発に取り組んでいる。

米国は無人宇宙船の実験飛行を 2010 年以降、6 回実施

そのひとつが、米ソ両国が東西冷戦時代から手がけた地上や航空機から発射するミサイルで衛星を撃ち落とす手法だ。07年1月、中国が地上から発射したミサイルで自国の衛星を破壊する ASAT 実験を実施した。これにより約 3000 個もの宇宙ごみ（デブリ）が宇宙空間にばらまかれた。09年には米国の通信衛星とロシアの軍事衛星が衝突、2000 個のデブリが新たに生まれた。

宇宙空間に漂うデブリは超高速で飛ぶため、1センチ大のものでも衝突すれば、小型車が時速 70~80 キロで衝突したのと同じ衝撃度となる。国際宇宙ステーション（ISS）は、こうしたデブリとの衝突を回避するため頻りに高度を上げ下げしている。その後もインドが 19 年 3 月に自国の衛星を撃墜して約 400 個、21 年 11 月にはロシアが同様の実験で約 1500 個のデブリをばらまくなど、ASAT 実験は後を絶たない。

ミサイル以外では、宇宙空間で相手の衛星に接近し、レーザー光線やマイクロ波などで攻撃する手法や、ロボットアームで相手の衛星をつかんだり、衛星に体当たりしたりする手法もある。中国やロシアは、宇宙空間に投入した衛星（母船）から子衛星を放出し、他国の衛星に接近する実験を繰り返している。サイバー攻撃で相手の衛星を「乗っ取る」ことも理論上は可能だ。もちろん、米国も同様の機能を備えた「X37B」と呼ばれるミニチュア版のスペースシャトルとも呼べる無人宇宙船の実験飛行を 10 年以降、6 回実施している。

核戦争の「引き金」を引く要素は増える一方

宇宙の重要インフラである衛星が破壊される事態になれば、軍は目も耳も失うことになる。米国はこうした事態を想定し、高い能力を備えた大型衛星に依存する体制を改め、段階的に小型・分散化に取り組み始めている。

さらに、米国は 18 年にまとめた「核態勢の見直し（NPR）」で、重要なインフラを攻撃された場合は核兵器で反撃する方針を初めて盛り込み、「宇宙インフラを攻撃されれば核のボタンを押すこともありうる」との姿勢を明確に打ち出した。

ロシアも 6 年ぶりに改定した 20 年の核戦略に、相手からの核攻撃だけでなく「死活的に重要なロシア政府の施設、軍事施設に敵が干渉した時」には、核が使用できると明記、米国と同じ考えを導入して対抗した。

米国がハイパーソニック兵器対策として宇宙への配備を目指す新たな MD システムと言えるセンサー衛星網も、早期警戒衛星や通信衛星など他の軍事衛星と同様に、攻撃を受ければ核兵器使用の条件を満たすことは確実で、核戦争の「引き金」を引く要素は増える一方だ。（会川 晴之／Web オリジナル（外部転載））

文春オンライン

<https://uchubiz.com/article/fea29392/>

「宇宙ゴミに史上初の罰金」のニュースが本質を見誤っているワケ-静止軌道の運

用ルールを解説（秋山文野）

2023.10.11 07:30 [秋山文野](#)

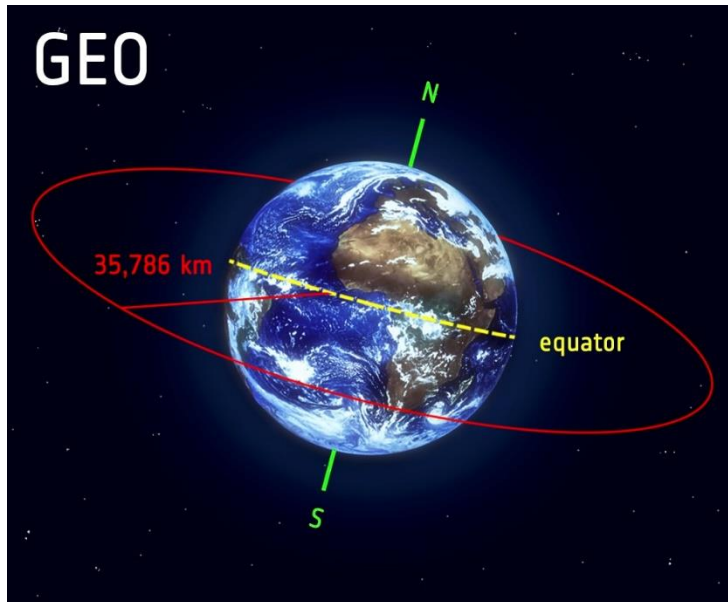
2023 年 10 月 2 日、[米連邦通信委員会（FCC）は、人工衛星のスペースデブリ対策に関わる違反行為により、衛星通信事業者 DISH に対して 15 万ドル（約 2200 万円）の罰金を課すと発表した](#)。衛星の軌道離脱に関連して罰金が発生したのは FCC にとっても初めての事例だという。しかしこの事例は、2 万個以上の物体が秒速 7km 以上の高速で飛び交い、国際宇宙ステーションなど有人の施設にも微細な破片が衝突している地球低軌道（LEO）での宇宙ごみ（スペースデブリ）の問題とは性質が異なる。どちらかといえば、静止軌道という

有限の資産を長期的にどう維持、管理していくかというルールと運用の問題だ。これまでの経緯と DISH が負った義務、そして今後の「軌道上サービス」というビジネスの可能性について解説する。

罰金の対象「エコスター7」とは

FCC の罰金の対象となったのは、DISH（打ち上げ時は EchoStar）が 2002 年に打ち上げた「EchoStar-7（エコスター7）」という通信衛星だ。同衛星は西経 119 度の赤道上空に位置し、米国からプエルトリコを対象に通信放送サービスを提供していた。

当初の衛星の寿命は 12 年程度と想定されていたが、2012 年に DISH は 2022 年までの運用延長を計画し、運用終了の際の軌道離脱計画を FCC へ提出して了承された。



静止軌道（geostationary orbit : GEO）。Credit: ESA

– L. Boldt-Christmas

運用延長と軌道離脱計画がなぜ必要なのかといえば、これは静止軌道という軌道の性質による。

静止軌道（GEO）とは、赤道上空の高度約 3 万 5800km を秒速約 3km で周回する軌道で、衛星が 1 周回する時間は 23 時間 56 分 4 秒と地球の自転と一致している。このため、地表のある場所からは、衛星が常に同じ位置にいるように見える。衛星からは、地上の一定地域に安定して電波を送ることが可能だ。

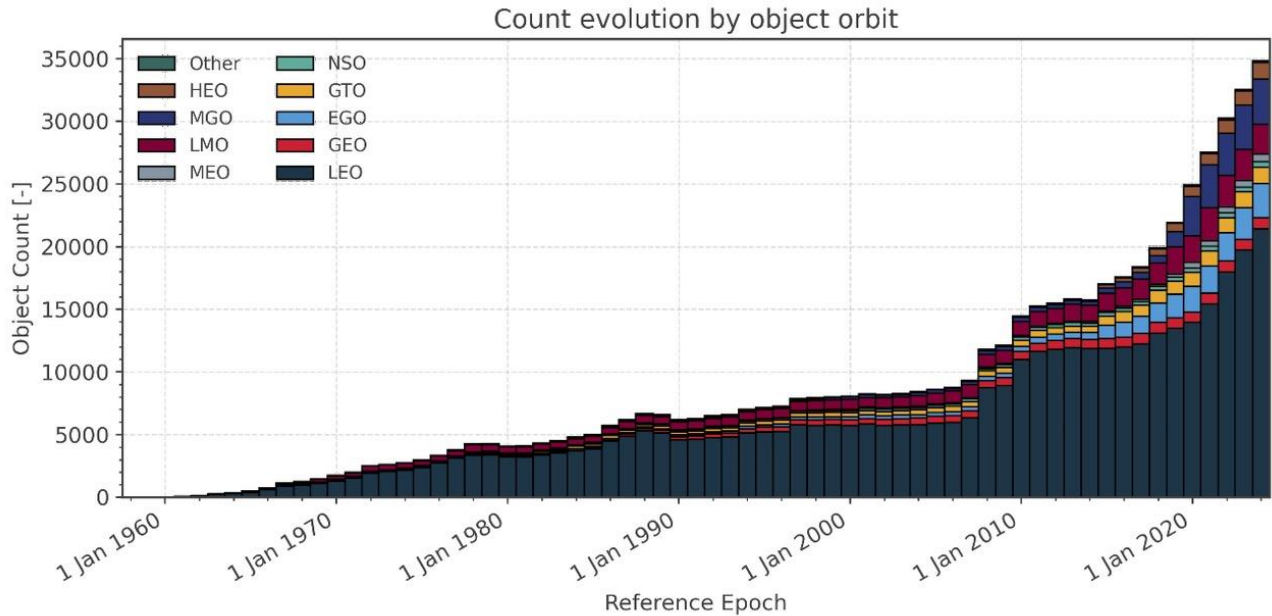
10 分程度で衛星が飛び去ってしまう地球低軌道（高度 2000km まで）と異なり、静止軌道は通信放送衛星や気象衛星にとっても都合の良い軌道なのだ。安定して衛星放送を視聴したり、気象衛星が日本上空で定点観測したりできるのは静止軌道だからこそだ。

静止軌道はそもそもデブリが発生しにくい

静止軌道を利用したいという要望は多く、国際電気通信連合（ITU）は静止軌道をスロットという単位に分割して、隣接する衛星の周波数が干渉しないように管理している。干渉を避けるためには衛星を 2 度間隔で距離を保って利用することになっている。360 度の軌道を 2 度で割ると計算上は 180 機の静止衛星が利用できることになるが、実際は人口の多い陸域の上空のスロットに要望が集中するため、順番待ちや権利関係の調整が常に発生している。衛星の運用終了後は次の衛星のために速やかに軌道から離脱することも求められる。

一方で静止軌道へ衛星を打ち上げるには多くのエネルギーを必要とし、低軌道の衛星に対して非常に負担が大きい。また、静止衛星で安定して衛星を運用するには、エンジンを噴射してわずかな軌道のズレを修正するステーションキーピングという作業が必要だ。そのために運用期間中に必要な推進剤を搭載する必要があり、運用期間の長さに応じてより多くの推進剤が必要になる。総じて静止衛星は 3 トン、4 トンといった大型の衛星が多く、衛星開発費は数百億円と高額で打ち上げ費用も高い。簡単に代替の効かない資産であるため、10 年、15 年と 1 機の衛星をできるだけ長く運用したいというインセンティブが働く。

つまり、静止衛星はLEOの衛星に比べてはるかに数が少なく、間隔を保って飛行しており、交代する頻度は低い。その意味では、衛星やロケットの残骸が衝突するといったスペースデブリ問題はLEOよりも発生しにくい。[ESAの報告](#)によれば、観測によって番号をつけられたLEOの物体は急激に増えつつあり2万個を越えているのに対し、GEOのオブジェクトははるかに少なく、増え方も横ばいに近い。



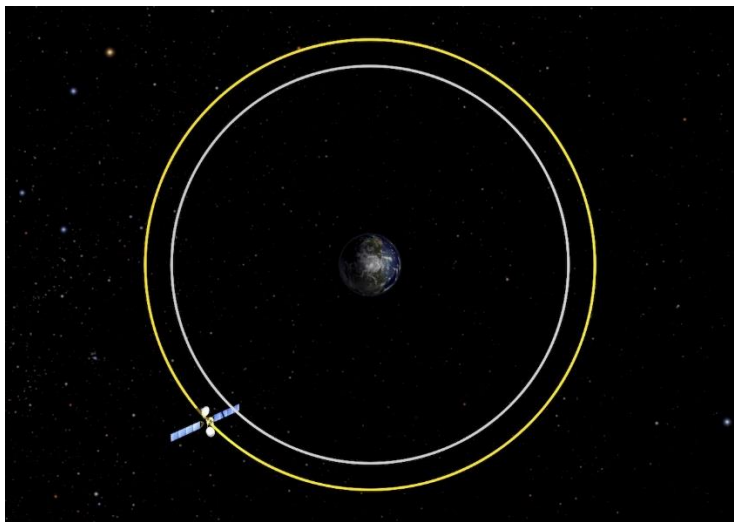
軌道の

種類別に見た物体数。出典：ESA「Space Environment Statistics」より

推進剤不足で墓場軌道に移動できないことが判明

運用を終えた衛星が静止軌道から離脱する際には、国際宇宙機関間スペースデブリ調整委員会（IADC）のガイドラインでは静止軌道の上下200kmの「保護域」から十分に距離をとり、100年以内に何かのわずみで保護域に入ってしまうよう上方に離脱することとなっている。

実際には、静止軌道から300km外側の「墓場軌道」と呼ばれる軌道に移動することになる。移動に必要な推進剤の量は、およそ3カ月分のステーションキープ用の推進剤量に相当する。



静止軌道（内側）と衛星引退後の「墓場軌道」（外側）。Credit: ESA

DISHの軌道離脱計画も、こうした墓場軌道に移動する標準的な方法に沿ったものだった。[FCCの詳細資料](#)によれば、DISHは2012年4月から2022年4月まで10年間の運用を延長しても、軌道離脱計画のために11kgの推進剤をキープできると考えていた。運用終了の目標は2022年5月だった。

2022年2月、DISHは衛星を製造したロッキード・マーティンに支援を依頼しつつ軌道離脱の準備を始めた。ところが2月末に衛星の推進剤がもうほとんど残っていないことや、すぐにでも軌道離脱を始めなくてはならず、計画通りの運用終了はできないことが判明した。

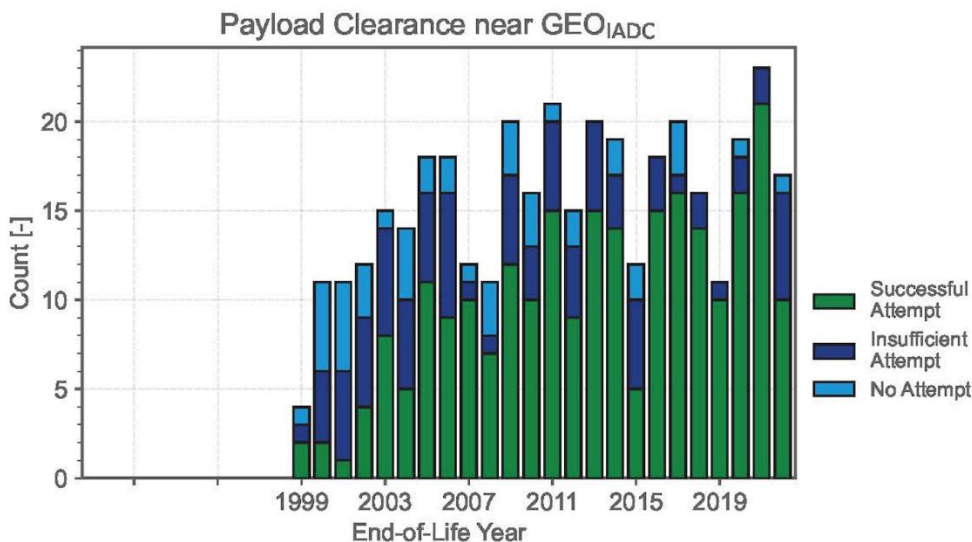
そして2022年5月、DISHはFCCに対して軌道離脱のためのエンジン噴射は静止軌道から122kmまで到達したところで終了し、300km外側の墓場軌道まで到達できなかったことを報告した。

報告後を受けてFCCは調査を実施し、DISHがFCCに提出したエコスター7の運用終了計画を完了できなかったと結論づけた。15万ドルの罰金はこの点に対して課されたものだ。

静止軌道からの離脱失敗は「初の事例」ではない

さらに、DISHはさらなる努力も求められている。ひとつは、メーカーのロッキード・マーティンと協力して、「最後の1滴まで推進剤をしぼり取る技術を開発せよ」というもの。タンクからスラスターまでのどこかに少しずつ残っている可能性のある推進剤を寄せ集め、残量が少なくなっても移動を可能にできるようにせよという内容だ。2025年6月まで3回にわたってこの技術に関する報告書を提出しなくてはならない。もうひとつは、DISHが保有する他の静止通信衛星の軌道離脱計画の見直しだ。将来に同様のことがあってはならないため、これは当然の措置だろう。FCCは罰金をはじめとする一連の命令を初の事例としているが、これはDISHが静止衛星の軌道離脱に失敗した最初の例ということではない。実は最近でも、軌道離脱失敗は年にそれなりの件数起きていることを示す資料がある。[ESAの2022年版宇宙環境レポート](#)では、ペイロード（衛星）がIADCのルールに沿って適切に運用終了に静止軌道から距離を取ることであったかどうかを集計している。衛星の廃棄ルールに対する認識が今より薄かった2000年代の初めごろには、年間11、12件程度の衛星運用終了の際、ほとんどが軌道離脱を完了できなかった、またはそのために行動していなかったという数字が出ている。だんだんと改善され、エコスター7の軌道離脱計画が作られた2012年には、IADCのルールに沿って静止軌道を離脱できなかったのは15件中6件となった。

その後さらに失敗は減ってきたもののばらつきもあり、2022年には17件中6件で軌道離脱が不十分、そして1件はそのための行動を取っていないという結果で、10年前の水準に戻ってしまっている。



ESA'S ANNUAL

SPACE ENVIRONMENT REPORT 2022 より

この統計は、衛星を運用する国や運用組織ごとの集計にはなっておらず「お行儀の悪い」静止衛星オペレーターが誰なのかはわからない。とはいえ、世界で初めて静止軌道を利用した国である米国が襟を正し、軌道離脱が不十分だった場合にペナルティを課して事業者の努力を促すというのは十分に意味のあることだ。DISHは1995年の「EchoStar-1」以来、多数の静止衛星を運用してきたオペレーターで、模範を示すべき立場だ。

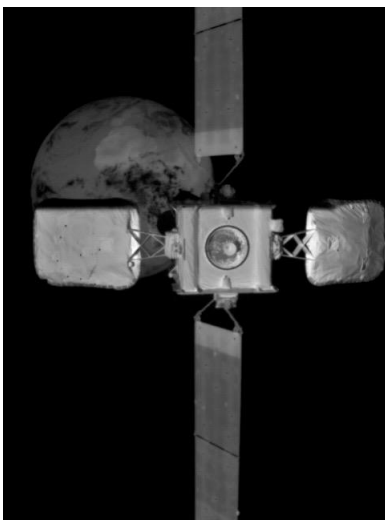
一方で、今回のペナルティは実は軽微で、DISHの対応に余裕をもたせる措置だとも受け取れる。2022年の営業利益が26億ドルを超えるDISHにとって15万ドルの罰金は経営にダメージというレベルではないし、他の静止通信衛星に対しての措置も運用終了計画の見直しであり衛星事業から退場を迫るようなものではない。

「宇宙のレッカーサービス」事業者には好機

エコスター7は静止軌道の保護域から出ることができていないため、他の衛星事業者からもっと抜本的な対応を取るべきだ、という意見が提出される可能性があるだろう。しかし自力での移動はできないとなれば、「宇宙のレッカーサービスを呼べ」ということになる可能性がある。

宇宙のレッカーサービスとは、人工衛星にドッキングしてある軌道から別の軌道へと移動させる能力を持った衛星のことだ。2020年にNorthrop Grumman（[ノースロップ・グラマン](#)）の「MEV-1」は静止軌道で通信衛星事業者のIntelsatの通信衛星「IS-901」にドッキングし、運用期間を延長させることに成功した。

こうした衛星をノースロップ・グラマンは「衛星サービス・ヴィークル」と呼んでいる。運用を延長する「衛星寿命延長サービス」も、運用終了時の支援も同じタイプの衛星で可能になり、一般的にはこうした機能をまとめて「軌道上サービス」と呼んでいる。



1号機に続き「Mission Extension Vehicle 2号機（MEV-2）」も静止衛星へのドッキングに成功した。対象の衛星まで15mに接近したMEV-2が撮影した画像。画像提供：ノースロップ・グラマン

衛星の寿命を延長すれば、通信衛星はさらなるビジネスが可能になるため、コストをかけてでも軌道上サービスを利用する意味がある。しかし軌道離脱に失敗した衛星の移動の場合は、もはや利益を生まない。衛星を移動させるために他社から静止軌道まで衛星を1機調達しなければならないことになり、コストだけがかかるため、本音ではDISHはやりたくないだろう。しかし米国政府の視点に立ってみれば、静止軌道のルール遵守という姿勢を示すことができる上に、軌道上で他社の衛星とドッキングして移動させるという非常に機微な技術の経験を米国の事業者どうして積ませることができる。この対応が静止軌道を守るベストプラクティスだということになれば、成功例を持つノースロップ・グラマン（事業を行うのは子会社のSpace Logistics）が候補に上がる可能性は高い。日本発の軌道上サービス企業、[アストロスケール](#)の米国子会社Astroscale U.S.も衛星の寿命延長や軌道上での推進剤補給といったサービスに参入しようとしており、2023年9月には[米国宇宙軍と実証事業の契約](#)を結んだ。民間企業からサービスを受注できるまではまだ時間がかかると思われるが、米国の姿勢が静止軌道の保護に厳しくなれば、実証に成功した企業から軌道上サービスのプロバイダーとして事業を展開していくことになるだろう。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/66554>

2023.10.10

大型宇宙ごみが危うく正面衝突 懸念される衝突の連鎖「ケスラーシンドローム」



[Eric Mack | Contributor](#)



Getty Images

2023年9月、2つの大型スペースデブリ（宇宙ごみ）が、私たちの頭上にある低周回軌道で危うく衝突しかけた。「エネルギーに関して最悪のシナリオである、正面衝突になりかねないコースだった」とハーバード・スミソニアン宇宙物理学センターの天文学者で、軌道周回物体監視の専門家であるジョナサン・マクダウエルは、[X（旧 Twitter）にポストした](#)。

軌道モニタリングとデータ構築を手がける企業 LeoLabs（レオラブス）は、ソビエト連邦時代のロシアの廃衛星と、中国の使用済みロケット機体が、9月13日にニアミスを起こしたと発表した。

「危機一髪の瞬間はこれまでもあったが、今回のニアミスは特筆に値する」と、同社はXのポストで述べた。「2つのデブリが衝突した場合、生じる破片の数は約3000個に達しただろう」これは、2021年11月にロシアが行なった、ミサイルによる衛星破壊（ASAT）のデモンストレーションによって生じた破片数の約2倍に相当する。当時ロシアの行動は国際社会から一様に批判を浴び、低周回軌道の歴史上最も重大かつ破壊的な事象の1つとされた。今回のニアミスに関与したロシアの衛星「コスモス807」は、1976年に打ち上げられたもので、搭載物重量は400kg。レオラブスによれば、この衛星は近年、稼働中の衛星やスペースデブリ（ロシアのASATテストで生じた少なくとも6つの破片を含む）との衝突が懸念される低軌道で地球を周回している。一方、重量2トンの中国の使用済みロケット、長征4号（CZ-4C）も、過去5年にわたって同様の状態にあり、レオラブスが「高衝突確率」と定義する接近事象に140回以上も名を連ねている。

「今回の事象は、古い廃棄物と新しい廃棄物の遭遇という近年のトレンドを象徴するものだ」と、レオラブスは述べる。「大型デブリ同士の衝突がいずれ起こることは不可避であり、これにより数千の破片が発生し、現在我々が利用している衛星に影響を及ぼすことへの懸念が、改めて浮き彫りになった」

[次ページ >上空のハイウェイ](#) 上空のハイウェイ

低周回軌道と呼ばれる3次元空間は広大だ。地球の表面積や、航空機の飛行可能領域を桁違いに上回るほど広いものの、それらとは異質な環境であり、また近年、急速に混み合いつつある。

黎明期にある民間宇宙開発をけん引するスペースXのスターリンク衛星群を筆頭に、ここ数十年で、低周回軌道上にある衛星などの物体の数は爆発的に増加した。[国連のデータ](#)によれば、1957年から2014年までの間に宇宙に打ち上げられた物体の数は7000個強だったが、2014年以降の8年間でさらに7000個が追加された。すなわち、宇宙空間にある物体の過半数は、過去10年以内に打ち上げられたものなのだ。

軌道上の物体は、空気抵抗がないため、秒速約8kmで地球を周回する。膨大な運動エネルギーを持っているため、万一衝突した際には膨大な破壊力がある。廃棄された物体同士のニアミスが憂慮されるのは、こうした事情からだ。数千個のスターリンクを含む、稼働中の衛星であれば、少なくとも地上から操作して衝突回避を試みることができる。しかし廃衛星の場合、すべては運任せだ。これまで事実上無規制だった低周回軌道において、大規模衝突が起こる可能性は日に日に高まっている。

懸念すべき理由

こうしたリスクは身近に感じられるものではないし、私たちの日常生活にこれといった影響はなさそうに思える。実際、おおむねその通りだ。けれども、最悪の事態に至った場合は、日常生活のほぼすべての側面に支障

をきたすことになる。軌道モニタリングを行なう多くの専門家が恐れるのは、[ケスラーシンドローム](#)と呼ばれる架空のシナリオだ。これは、地球周回軌道上のスペースデブリの密度がある限界を超えると、衝突・破壊の連鎖によって宇宙ごみが爆発的に増え、宇宙開発を行えなくなるというものだ。衝突のドミノ効果により、最終的にはすべての衛星が破壊され、それらの修理・交換もできないほど宇宙空間が危険な場所になってしまう可能性があるわけだ。そうなれば、現代のグローバル社会を支える、衛星間のリレーやルーティングによる即時的なデータの送受信が一瞬にして、半世紀以上も昔の技術水準に逆戻りしかねない。

もちろん、このシナリオは架空のものだ。破滅的な影響を緩和するさまざまな方法が、今まさに検討されている。だが、衝突の連鎖が明日始まったら、あるいは、（考えるのも嫌な可能性だが）ロシアが行なった ASAT によって、そうした連鎖が 2021 年にすでに引き金が引かれていたとしたら、どうだろうか。システムが危機を回避するためにどれだけの冗長性が必要なのかも定かではない。

不幸中の幸いは、低周回軌道が「低い」ことだ。つまり、今私たちが宇宙に打ち上げている物体は、最終的には地球の大気圏に再突入し、燃え尽きて自動的に処理される。スペースデブリ問題のエレガントな解決策というわけだ（2007 年以降は、高度約 2000km 以下の低周回軌道衛星の場合、運用終了から 25 年以内に大気圏への再突入・落下が行なわれるよう考慮して運用が行なわれている）。それでも、低周回軌道の渋滞がますます悪化しつつあり、誰も交通整理をしていないという現状から、目を背け続けることはできない。

([forbes.com](#) 原文)

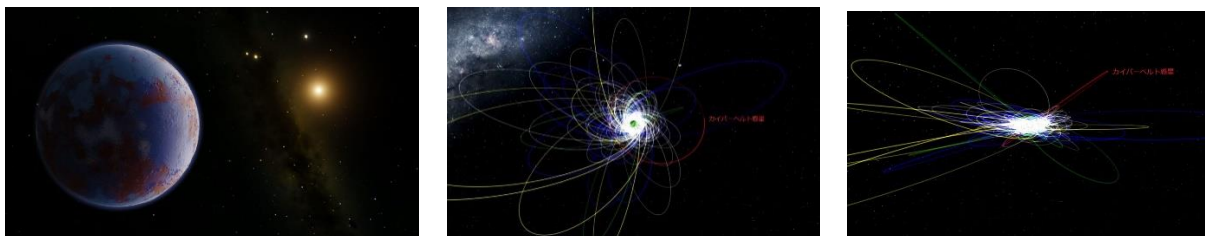
<https://sorae.info/astronomy/20231009-kbp.html>

太陽系外縁部にあるかもしれない未知の惑星をシミュレーションで検証 質量は地球の 1.5~3 倍か

球の 1.5~3 倍か

2023-10-09 [sorae 編集部](#)

近畿大学総合社会学部准教授の Patryk Sofia Lykawka（パトリック・ソフィア・リカフィカ）さんと国立天文台天文シミュレーションプロジェクト講師の伊藤孝士さんからなる研究チームは、海王星よりも遠くに存在する太陽系の天体の特性をシミュレーションで検証した結果、まだ見つからない惑星が太陽系に存在する可能性を示すことができたとする研究成果を発表しました。太陽から遠く離れた太陽系の外縁部には未発見の惑星が存在するのではないかと指摘されていて、観測と理論の両面から探索が続けられています。Lykawka さんと伊藤さんの研究成果をまとめた論文は The Astronomical Journal に掲載されています。



【▲ 太陽系の外縁部に存在するかもしれない惑星の想像図（Credit: Fernando Peña D'Andrea）】

【▲ 存在が予想される“カイパーベルト惑星”（赤）、離脱 TNO（青）、軌道傾斜角が大きな TNO（緑）、極端な TNO（黄）、共鳴 TNO を含むその他の TNO（白）の軌道を、地球の公転軌道面に対して垂直な方向から見た時の様子。ここでは“第 9 惑星”は太陽から 200~500 天文単位離れ、地球の公転軌道面に対して 30 度傾いた軌道を公転していると推定されている（Credit: Patryk Sofia Lykawka）】

【▲ 存在が予想される“カイパーベルト惑星”（赤）、離脱 TNO（青）、軌道傾斜角が大きな TNO（緑）、極端な TNO（黄）、共鳴 TNO を含むその他の TNO（白）の軌道を、地球の公転軌道面に対して水平な方向から見た時の様子。ここでは“第 9 惑星”は太陽から 200~500 天文単位離れ、地球の公転軌道面に対して 30 度傾いた軌道を公転していると推定されている（Credit: Patryk Sofia Lykawka）】

太陽系には水星から海王星まで 8 つの惑星がありますが、その他にも準惑星や小惑星や彗星といった、より小さな天体が数多く存在しています。太陽から約 30 天文単位（※1）離れた軌道を公転している海王星よりも遠くに分布するものは太陽系外縁天体（Trans-Neptunian Object、以下 TNO）と呼ばれていて、2006 年まで惑星に分類されていた冥王星（134340 Pluto）をはじめ、これまでにエリス（136199 Eris）やセドナ（90377 Sedna）などが見つかっています。ところが、ほとんど同じ平面上にあって形も真円に近い 8 つの惑星の公転軌道に対して、TNO の公転軌道は彗星のように細長い楕円形をしていたり、惑星の公転軌道に対して大きく傾いていたりしています。TNO の軌道を詳しく調べたこれまでの研究では、未発見の惑星の重力による影響を受けている可能性が指摘されていました。TNO の軌道の特徴から浮かび上がった“存在するかもしれない惑星”は複数提案されていて、「第 9 惑星（プラネット・ナイン）」や「惑星 X」と呼ばれています。“第 9 惑星”は質量が地球の 5~10 倍で太陽からの平均距離は 360~620 天文単位、“惑星 X”は質量が地球の 0.3~0.7 倍で太陽からの平均距離は 100~175 天文単位と推定されています。これらの惑星は国立天文台の「すばる望遠鏡」などを使用した探索が行われているものの、発見には至っていません。ちなみに今回の研究に取り組んだ Lykawkaさんは、2008 年に“惑星 X”の性質を提案した論文の筆頭著者でもありました。

関連：[赤外線天文衛星「IRAS」と「あかり」のデータで「プラネット・ナイン」の候補を探索](#)（2022 年 8 月 11 日）

研究チームは今回、太陽系の外縁部に未発見の惑星が存在すると仮定し、太陽から 50 天文単位以上離れている TNO がこの惑星の影響を受けた時に現れるとみられる特性に着目しました。この惑星を研究チームは「カイパーベルト（※2）惑星（Kuiper Belt planet : KBP）」と呼んでいます。“カイパーベルト惑星”の影響を受ける遠方の TNO は以下のような特性を持つ可能性があるものの、TNO や太陽系の形成に関する現在のモデルではこれらの特徴を一貫して説明できないのだといいます。

- ・海王星と平均運動共鳴（※3）の関係にある“共鳴 TNO”
- ・太陽から 40 天文単位以上離れていて海王星の重力の影響が及ばない軌道を公転している“離脱 TNO”
- ・軌道傾斜角が 45 度以上もある TNO
- ・説明が難しい特異な軌道を公転する“極端な TNO”（セドナなど）

そこで研究チームは、4 つの巨大惑星（木星・土星・天王星・海王星）、遠方の TNO、それに“カイパーベルト惑星”を考慮した初期の太陽系についての数値シミュレーションを実施し、その結果を実際の観測結果と比較する検証作業を行いました。

検証の結果、これまで標準的に用いられてきた「4 つの巨大惑星だけを考慮したモデル」では離脱 TNO/軌道傾斜角が大きな TNO/極端な TNO を説明できないことが実証された一方で、「“カイパーベルト惑星”を含めたモデル」では前述の 4 つの特性をすべて説明できることがわかったとされています。“カイパーベルト惑星”を含むモデルは観測結果とほぼ一致しており、太陽系の形成以来、海王星よりも遠い領域における軌道構造に“カイパーベルト惑星”が影響を及ぼしてきたことを示唆しているといえます。

この検証結果をもとに、研究チームは TNO の 4 つの特性すべてを説明できる“カイパーベルト惑星”の性質も推定しています。条件を満たすのは質量が地球の 1.5~3 倍で、公転軌道が太陽から 200~500 天文単位（または 200~800 天文単位）の範囲内にあり、軌道傾斜角が 30 度と推定される惑星です。この性質からは、太陽からより遠く・より傾いた軌道を公転する TNO が約 100 天文単位を超えた領域にも存在し得ることが示唆されるといいます。今回の成果をまとめた論文の筆頭著者である Lykawka さんは、近畿大学のプレスリリースに「過去を振り返ると新惑星の発見は、一般大衆と科学界に大きな影響を与えています」「太陽系の謎を一步一步解明していくことはとても面白く、太陽系外縁部をはじめ地球を含む惑星の形成についても理解が深まります」とコメントを寄せています。また、Lykawka さんは sorae 編集部の取材に対し、今後数年以内に“カイパーベルト惑星”が発見されればと前置きした上で「地球クラスのカイパーベルト惑星は新しい種類の惑星に属する可能性が高いため、2006 年に冥王星が惑星分類から外されたのと同様に、“惑星”の定義を精緻化する必要があるだろ

う」「太陽系と惑星形成の理論を修正しなければならない可能性が出てくる。特に、地球クラスのカイパーベルト惑星がどのようにして遠方で離心のある（編注：細長い楕円形の）傾いた軌道を獲得したのかを理解する必要がある」とコメントしています。今回提案された“カイパーベルト惑星”のような未発見の惑星の探索や、さらなるTNOの発見といった太陽系の外縁部の研究を通して、太陽から遠い領域における惑星の形成や太陽系全体の進化に関する理解がより深まると期待されています。

■脚注

※1...1天文単位（au）は約1億5000万km、太陽から地球までの平均距離に由来。

※2...エッジワース・カイパーベルト、海王星の公転軌道の外側で小天体が円盤状に分布している領域。

※3...公転周期の比が1：2や2：3といった整数比の状態になること。3つ以上の天体に関わる場合もある。

Source

[近畿大学](#) - シミュレーションで太陽系外縁部に未発見の惑星がある可能性を示唆 世界初、海王星以遠の天体の特性を再現することに成功

[Lykawka and Ito](#) - Is There an Earth-like Planet in the Distant Kuiper Belt? (The Astronomical Journal)

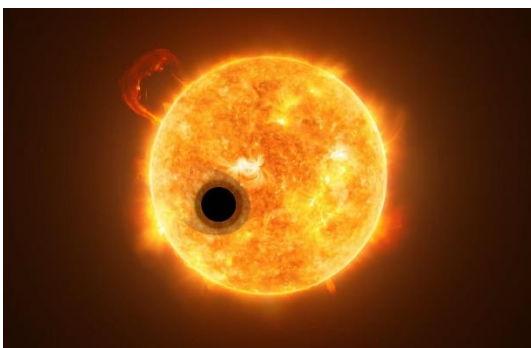
文/sorae編集部

<https://sorae.info/astrometry/20231011-puffy-planets.html>

発泡スチロール並に低密度な惑星「TOI-1420b」を発見 2023-10-11 [彩恵りり](#)

惑星の大きさと質量から求められる惑星の密度（平均密度）は、惑星に軽い物質が多く含まれるほど低く、中には「土星」のように水よりも低い値となる場合もあります。太陽系以外の惑星である「太陽系外惑星」の場合、恒星からの熱で膨張することで、さらに密度が低くなっているものもあります。では、惑星の密度はどこまで低くなることが可能なのでしょうか。ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのStephanie Yoshida氏などの研究チームは、NASA（アメリカ航空宇宙局）の宇宙望遠鏡「TESS（トランジット系外惑星探索衛星）」が観測した直径と質量の値をもとに、太陽系外惑星「TOI-1420b」の平均密度が1立方cmあたり0.082gという低密度なタイプの発泡スチロールとほぼ同じ値であると算出しました。TOI-1420bの年齢が古いことを考慮すると、これは興味深い結果でもあります。

■とても低密度な惑星「パフィー・プラネット」



【▲図：パフィー・プラネットの1つであるWASP-107b（黒い影のように描かれている天体）の想像図（Credit: ESA, Hubble, NASA, M. Kornmesser）】

太陽系の惑星の密度は、最も高い地球の1立方cmあたり5.513gから、最も低い土星の1立方cmあたり0.687gまで様々です。土星の密度が水よりも低い値なのは、気体が主体の「巨大ガス惑星」であり、土星本体の大部分が水素とヘリウムでできているためです。

太陽系の外に視野を広げると、土星よりもさらに密度が低いとみられる惑星も幾つか見つかっています。このような惑星は、木星や土星と同じような巨大ガス惑星であることに加えて、「ホット・ジュピター」であるこ

とが低密度の理由となっています。ホット・ジュピターは恒星から極めて近い距離を公転しているので、恒星からの放射で熱せられて大気が膨張し、直径が拡大します。その結果、同程度の質量を持つ低温の惑星と比べて密度は低くなります。こうした惑星のなかでも特に低密度な惑星は「パフィー・プラネット (Puffy planets)」とも呼ばれています (※)。

※... “Puffy planets” は、直訳すれば「フワフワとした惑星」「膨らんでいる惑星」となります。どの程度の密度の天体をパフィー・プラネットと呼ぶのかは定義されておらず、学術的な分類名というわけでもありません。このため、パフィー・プラネットという分類は愛称に近いものです。

■「TOI-1420b」の密度は発泡スチロール並と判明

Yoshida 氏などの研究チームは、TESS の観測データで得られた惑星候補「TOI-1420b」についての研究を行いました。TOI-1420b は、地球から見て「ケフェウス座」の方向に約 660 光年離れた恒星「TOI-1420」の周りを公転する惑星です。今回の研究では「ロケ・デ・ロス・ムチャーチョス天文台」(スペイン領カナリア諸島、ラ・パルマ島)にあるイタリア国立ガリレオ望遠鏡に設置された視線速度分光器「HARPS-N」の観測データを元に TOI-1420b の質量が推定され、TESS のトランジット法による直径の推定値と合わせて TOI-1420b の密度が推定されました。その結果、地球と比較して TOI-1420b の直径は 11.89 ± 0.33 倍もあるのに対して、質量は 25.1 ± 3.8 倍しかないことが判明しました。言い換えれば、TOI-1420b の大きさは木星とほぼ同じであるにもかかわらず、質量は木星の約 8% しかないこととなります。ここから算出される TOI-1420b の密度は 1 立方 cm あたり 0.082 ± 0.015 g で、低密度なタイプの発泡スチロールとほぼ同じ値となっています。TOI-1420b がこれほど低密度なのは、恒星 TOI-1420 のすぐ近くを公転しているからだ と推定されます。実際、TOI-1420b は TOI-1420 から約 1100 万 km (約 0.073 天文単位) の距離を 6.96 日周期で公転しており、表面温度は 680°C だと推定されています。この高温が TOI-1420b を膨張させて、パフィー・プラネットにしていると考えられます。

■TOI-1420b はパフィー・プラネットの基準となる可能性

現在のところ、TOI-1420b は質量が地球の 50 倍未満の惑星の中では直径が最大の惑星としての記録を持ちます。しかし、単純な密度の比較では TOI-1420b に匹敵するか、あるいはそれを下回る低密度のパフィー・プラネットも見つかっています。このため TOI-1420b は最も低密度な惑星というわけではありませんが、惑星科学の観点からは、他のパフィー・プラネットよりも興味深い観測対象の 1 つです。まず、TOI-1420b は多くの観測データが得られており、他のパフィー・プラネットと比べて詳細な研究が可能です。例えば、今回の研究では TOI-1420b 全体に占めるガス成分の割合が約 82% であると計算されており、TOI-1420b の中心部には質量が地球の 4 倍程度の岩石の核 (コア) があると推定されます。このような基本的なデータは、パフィー・プラネットがどのようにして形成されたのかを研究するための重要なデータです。また、恒星 TOI-1420 は太陽と同じ G 型主系列星であり、年齢は 107 億年未満と推定されています。恒星と同じ年齢だと推定される TOI-1420b がパフィー・プラネットであることは、それだけでもとても興味深いものです。これほどまでに熱膨張している惑星の大気上層部では、重力を振り切って脱出する気体成分が多いと考えられます。すると、低密度の理由となる気体成分が徐々に失われてしまうため、惑星の密度は高くなるはずなのです。TOI-1420b は 100 億年以上も大気を流出させ続けているパフィー・プラネットなのか、それとも公転軌道の変化などで最近になってパフィー・プラネットになったのかは現時点では判明していませんが、パフィー・プラネットがどうやって誕生するのかを調べる上で、TOI-1420b は標準的な観測対象となる可能性があります。また、研究の過程で観測される大気の流出状況は、他の惑星の大気科学にも応用される可能性があります。

Source

[Stephanie Yoshida, et al.](#) “TESS Spots a Super-Puff: The Remarkably Low Density of TOI-1420b”. (arXiv)

[Tomasz Nowakowski.](#) “New low-density exoplanet discovered with TESS”. (Phys.org) 文／彩恵りり

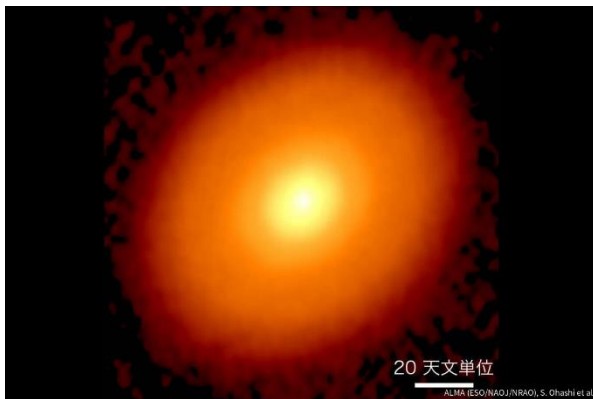
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231010-2789450/>

国立天文台など、惑星形成における最初の1歩をアルマ望遠鏡で詳細に観測

掲載日 2023/10/10 16:46 著者：波留久泉

国立天文台(NAOJ)、茨城大学、東京電機大学(電大)、東京工業大学(東工大)の4者は10月6日、比較的若い原始星である「おうし座 DG 星」の周囲の原始惑星系円盤に対し、アルマ望遠鏡を用いた高解像度観測や多波長観測を行い、円盤の構造や惑星の材料となる塵の大きさ、量について詳細に調べた結果、円盤はのっぺりとしていて惑星の痕跡がないことから、惑星形成前夜の様子であると判明したことを共同で発表した。

また、さらに塵は外側で大きく成長していたり、内側では通常より塵の濃度が上昇していたりすることがわかったことも併せて発表された。



おうし座 DG 星を取り巻く原始惑星系円盤。より年齢を経た原始星を取り巻く円盤とは異なり、明らかなリング構造が見られないことから、惑星の形成が進んでいない「惑星形成前夜」であると考えられるとした。

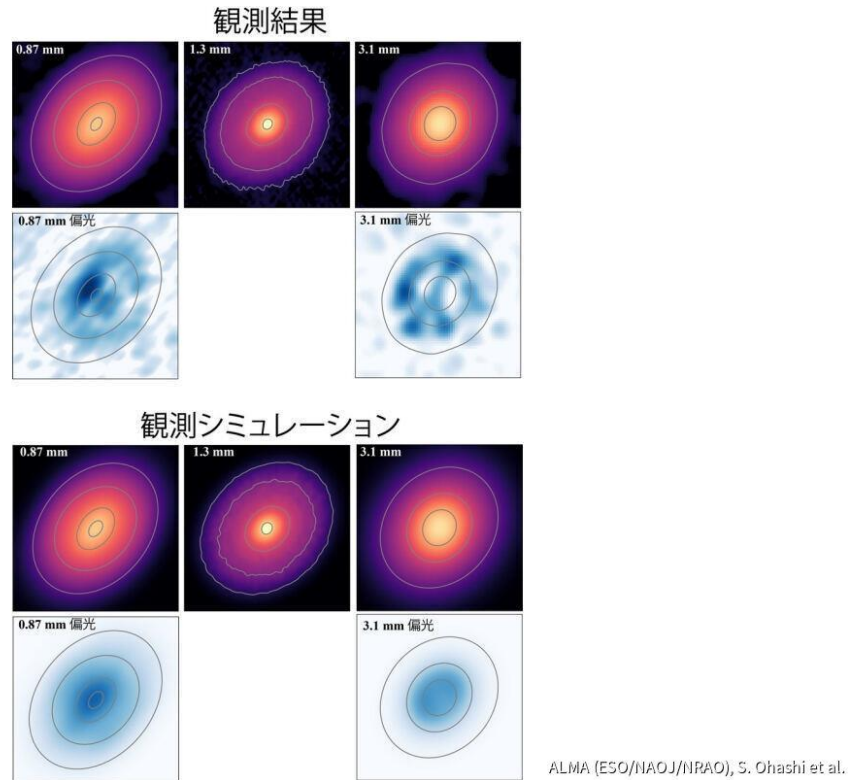
(c)ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), S. Ohashi et al.(出所:NAOJ Web サイト)

同成果は、NAOJの大橋聡史特任助教、茨城大 理工学研究科の百瀬宗武教授、電大 理工学部 理工学科 理学系 物理学コースの樋口あや助教、東工大 理学院 地球惑星科学系の奥住聡准教授らの共同研究チームによるもの。詳細は、[米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された。](#)

惑星は、原始星の周りを取り巻く原始惑星系円盤内で、ダスト(星間塵)や星間ガスが集まって形成されると考えられている。しかし、いつ・どこで・どのように惑星形成が始まるのか、その最初の1歩はまだわかっていない。一方で惑星が円盤内で作られると、その重力によって円盤に土星の環のようなリング状の模様ができることが知られている。アルマ望遠鏡の観測でも多くの原始惑星系円盤でリング構造が実際に発見されており、惑星の存在が示唆されている。惑星の形成過程を調べるためには、まだ惑星が存在していないことが確実な円盤を詳細に調べることが重要だ。しかし、そのような惑星の痕跡がない円盤を発見することの困難さや、その円盤を詳細に調べることの難しさから、惑星形成がどのように始まるのかはわかっていなかったのである。そこで研究チームは今回、原始星の中でも比較的若い天体であるおうし座 DG 星に着目し、同星を取り巻く原始惑星系円盤をアルマ望遠鏡で詳細に観測したという。今回は、円盤内のダストが放つ波長 1.3mm の電波強度の分布に対し、0.04 秒角という非常に高い空間分解能での観測を行い、円盤の詳細な構造を明らかにしたとのこと。その結果、おうし座 DG 星周囲の円盤は、のっぺりとしていて比較的年を経た原始星の周囲の円盤で見られるリングのような模様がないことが確認された。これは、おうし座 DG 星の円盤にはまだ惑星が存在せず、惑星形成前夜の様子を捉えたと考えられるとする。

さらに研究チームは、波長 1.3mm に加え 0.87mm や 3.1mm でも観測を行い、円盤の電波強度や偏光強度(電波の波の振動方向がどれだけそろっているかの度合い)を調査した。ダストの大きさや量の分布パターンに応じて、異なる波長の電波強度の比や、ダストにより散乱される電波の偏光強度は変化することがわかっている。つまり、観測結果をダストの大きさや量の分布がさまざまなパターンでの観測シミュレーションと比較し、よく一致するパターンを探すことにより、惑星の材料となる星間ダストがどの程度成長しているのか、その大き

さや量の分布を推定することができるのである。そして調査の結果、ダストの大きさは円盤の内側よりも外側(約 40 天文単位以遠)の方が比較的大きい、すなわち惑星形成の過程が進んでいることがわかったとしている。



(上)おうし座 DG 星円盤の波長 0.87mm、1.3 mm、3.1mm の電波強度マップおよび波長 0.87mm、3.1mm におけるダストにより散乱される電波の偏光強度マップ。(下)上の観測結果と最もよく一致した場合の観測シミュレーション。(c)ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), S. Ohashi et al.(出所:電大 Web サイト)

これまでの惑星形成論では、内側から惑星形成が始まると考えられてきた。しかし今回の結果はその予想と反しており、むしろ外側から惑星形成が始まる可能性が示された形だ。その一方で、内側でもダストの大きさは小さいが、ガスに対するダストの含有量は通常の星間空間よりも 10 倍程度も高いことが明らかにされた。さらに、これらのダストは円盤面によく沈殿しており、惑星を作る材料を溜め込んでいる段階であると考えられるという。研究チームは今後、このダストの溜め込みを引き金として、惑星形成を開始する可能性が考えられるとする。今回の研究成果により、惑星の痕跡がない「のっぺりとした円盤」でダストの大きさや量が明らかになり、これまでの理論研究や、惑星形成の痕跡が見られる円盤の観測では予想ができなかった惑星形成現場の新たな側面が見えてきたとのこと。そして今回の成果は、惑星形成の初期条件を明らかにしたという点で非常に重要な成果と考えられるとしている。

<https://resemom.jp/article/2023/10/10/74147.html>

銀河間で奇妙な爆発現象が発生...ハubble宇宙望遠鏡が観測

ハubble宇宙望遠鏡が、30 億光年以上離れた 2 つの銀河の間の空間に、突然何かが爆発したような青い閃光を観測しました。

2023.10.10 Tue 19:45



ハッブル宇宙望遠鏡が、30億光年以上離れた2つの銀河の間の空間に、突然何かが爆発したような青い閃光を観測しました。この謎の発光現象は、Luminous Fast Blue Optical Transient (LFBOT)と呼ばれる現象で、2018年に初めて、地球からおよそ2億光年離れた銀河の螺旋腕の内側で発見されました。AT2018cowと名付けられたこの光は、通常の超新星よりも最大100倍明るく、また発せられた電波や紫外線、X線もすべて非常に強いものでした。さらに、超新星の場合は数週間から数か月間は光を放ち続け、特定のスペクトルを持っていますが、AT2018cowはほんの数日で光が弱まってしまいました。

それ以降、LFBOT現象はおおよそ年に1度の割合で観測されており、区別のために名称の最後の3文字には動物の名前がつけられるルールが採用されています。ちなみに、最初のcow(牛)のあとは、ラクダ、コアラ、タスマニアデビルなどがこれまでに名前に使われています。

最新の事例は今年4月、米カリフォルニア州のパロマー天文台にあるツビッキー掃天観測施設(ZTF)が夜空を観測中に検出し、AT2023fhn(フィンチ)と命名されました。そしてすぐにX線から電波までの電磁スペクトル全体にわたる望遠鏡群がこの方向に向けられ、現象に関する情報収集に当たりました。

得られたデータによれば、AT2023fhnは既知のLFBOTに典型的な特徴を備えていました。強烈な青い光は数日間で最も明るくなり、数日で消えてしまいました。ただし、フィンチにはさらに天文学者を驚かせる特徴がありました。そして、ハッブル宇宙望遠鏡を使った観測の結果、フィンチは隣接する2つの銀河からそれぞれ1万5000光年、5万光年離れた位置で発生したことがわかりました。これまでのLFBOTが、いずれも銀河の螺旋腕にある、恒星の形成が活発な場所で見つかったことを考えると、銀河から遠く離れた領域で発生した今回の大規模な爆発現象は通常のLFBOTとは異なる原因によるものである可能性があります。

フィンチの温度は摂氏2万度に達する高温であることがジェミニ南望遠鏡、チャンドラX線観測衛星、超大型干渉電波望遠鏡群(VLA)などのデータから確認されています。これはたしかに高温ではあるものの、いくつかの巨大な星や超新星ほどではありません。

欧州宇宙機関の研究フェロー、Ashley Chrimes氏は「私たちはLFBOTが最も近い銀河の中心から非常に遠い場所で発生できることを示しました。そしてフィンチの場所はどの種類の超新星にも期待されないものです。」と述べています。現在、研究者らはフィンチがこの異常な位置で発生した原因として、2つの可能性を探っています。ひとつは、フィンチが中間質量ブラックホールによって破壊されたことにより派生した閃光である可能性。中間質量ブラックホールは、いくつかの球状星団の中心に存在すると考えられ、それは銀河の外に存在すると考えられます。研究者らは、フィンチが発見された場所に球状星団がないか、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使った観測を予定しています。もうひとつの可能性は、フィンチがキロノヴァと呼ばれる現象だったかもしれないということです。キロノヴァとは、高密度の天体(中性子星やブラックホール)が融合する際に起こる大規模な爆発現象のこと。研究者らは、2つの星のうちひとつが非常に強力な磁場を持っていた場合、それが衝突したときの爆発の明るさが通常の超新星比で100倍に増幅される可能性があるとの推測を述べています。もしそうだとしたら、フィンチの閃光の説明もつくかもしれません。

なお、キロノヴァが発生した際には重力波などが発生する可能性があります。それを検出できるレーザー干渉計重力波観測所（LIGO）はこのとき稼働していない状態でした。また、関連するガンマ線バーストも検出されていませんでした。クライムズ氏は「この発見は答えよりも多くの質問を投げかけています」「正しい説明が何かを知るためには、さらなる研究が必要です」と述べています。

今回の観測結果は、王立天文学会月報に掲載予定とのこと。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/66623>

2023.10.12

大きく軌道が傾いた彗星が地球の「現実的脅威」となりうる理由



[Bruce Dorminey | Contributor](#)



オールトの雲から飛来した長周期彗星「C/2022 E3 (ZTF)」。スペイン南部のアンダルシア州アラマ・デ・グラナダで撮影（Getty Images）

小惑星は、文明を壊滅させる恐れのある天体としてしばしば標的にされる。だが、地球の公転軌道面（黄道面）に対して大きく傾いた軌道から地球に接近する長周期彗星は、過去に衝突天体として地球に不意打ちを食らわしてきた。幸い、こうした彗星の侵入は、めったに起こらないようだ。けれども、天文学者らがこの種の彗星の特性を完全に明らかにするための手段を手にしたのは、ついこの数十年のことだ。

それ故、2022年上半にメディアで大々的に取り上げられた [ZTF 彗星](#)（Comet C/2022 E3）や他の同類の彗星は、まれに飛来する文明崩壊級の衝突を引き起こす彗星を理解し、そのリスクを潜在的に軽減するのに不可欠な詳細情報を提供する可能性がある。

2022年3月に米パロマー天文台で最初に発見された ZTF 彗星は、緑がかった色合いをしていることですぐに広く関心を集めた。緑色なのは、彗星の核を取り巻くガス状のコマに炭素が多く含まれるからだ。

英国王立天文学会の学会誌 [Monthly Notices of the Royal Astronomical Society](#) に掲載された ZTF 彗星に関する最新論文の筆頭執筆者ブライス・ポーリンは電話取材に応じ、ZTF が発見されたのは、地球との最接近の約1年前だったと語った。ZTF は双曲線軌道上にあり、今後は太陽系を離れ、星間天体の1つになると、惑星天文学者で、米航空宇宙局（NASA）ゴダード宇宙飛行センターの博士課程修了研究者のポーリンは話す。

ZTF は、地球から月までの距離の100倍ほどまで最接近した。

米ローウェル天文台のデビッド・シュライヒャーは、論文の共著者ではないが、電子メールでの取材に、ZTF は土星から天王星の軌道領域で形成された後、どちらかの惑星に接近しすぎたために、オールトの雲の方向に弾き出された可能性が高いと述べている。

[次ページ >なぜ長周期彗星を懸念すべきなのか](#)

米セントラルフロリダ大学の天文学者ヤン・フェルナンデスは、論文共著者ではないが、電子メールでの取材に、現在の彗星はすべて、数十億年前に原始惑星系円盤内の微惑星だったものの破片だと語った。フェルナンデスによると、微惑星の大半は惑星に取り込まれるか、あるいは太陽系から完全に投げ出された。少数がオー

ルトの雲に投げ込まれたが、ZTF は恐らくそのうちの 1 つだろう。だが、これらの散在する彗星が、銀河系の潮汐力との相互作用や、通り過ぎる恒星との遭遇によって、内太陽系（木星軌道より内側）の方向に押し戻される可能性があるとして、ポーリンと研究チームは論文の中で指摘している。

このような彗星を懸念すべき理由

オールトの雲には無数の彗星が「貯蔵」されているが、すべてが暗すぎるために地球からは検出できないと、シュライヒャーは説明する。軌道が攪乱されることにより、一部の彗星が内太陽系に進入する場合に限り、人間にとって潜在的に脅威となると、シュライヒャーはいう。

カナダのオンタリオ州にあるサドベリー盆地は、太古の時代に起きた、大きな軌道傾斜角を持つ彗星の衝突が引き起こした破壊を最もよく示す事例の 1 つだ。NASA によると、約 18 億年前に地球に衝突し、サドベリー盆地が形成される原因となった天体は、当初は小惑星と考えられていたが、後に彗星と判断されたという。衝突の衝撃が非常に大きかったため、実際に地殻に穴が開き、直径約 200km におよぶクレーターができたとして、NASA は指摘している。ZTF 彗星は、太陽系の公転軌道面（黄道面）とほぼ垂直な軌道を進み、内太陽系に入ってきた。オールト雲の彗星が非常に危険である理由の 1 つが、これだ。

[次ページ > 彗星は現実の脅威となるか？ その対策は？](#)

空の領域において、太陽の方向や黄緯（黄道面を基準とした座標系の緯度）の高い領域で彗星を探すことが重要になると、ポーリンは指摘する。これらの位置からやって来る、軌道傾斜角の大きい天体は、ありふれた風景の中に潜んでいる可能性があるとして、ポーリンはいう。もし、地球と衝突する軌道上にある、軌道傾斜角の大きい彗星が発見された場合、どのようにしてその進路をそらすことができるだろうか。現在の観測体制では、発見から地球との衝突までの時間間隔が短くなる可能性が高いため、被害抑止のための手段は極めて限られるだろうと、ポーリンはいう。NASA の「NEO（地球近傍天体）サーベイヤー」計画や、チリにあるルービン天文台などが今後観測を始めれば、この種の天体を検出してから、被害抑止手段を発動させるための警告を発するのを十分早めることが可能になるかもしれないと、ポーリンは話した。シュライヒャーによると、ルービン天文台は、夜空全体を 3 夜ごとに撮像する見通しで、2024 年に運用が開始される予定という。

太陽に接近するにつれて加速する彗星

彗星の地球衝突時の運動エネルギーは、小惑星の 4~10 倍だ。そのため、もし衝突した場合は、彗星の方が小惑星よりもはるかに破壊的になる。

進路を逸らすためのカギは、どのくらいの予兆を掴むかだと、シュライヒャーはいう。なぜなら、進路を変更する際に天体が遠くにあるほど、地球を逸れるようにするのに要するエネルギーがより少なくてすむからだ。何か良い話はないのだろうか？ 私たちが今生きている時代には、地球に衝突する可能性のある彗星を、遠く離れたところから検出するための手段がある。シュライヒャーによれば、大半は決して実際に地球の軌道を横断したりしない一方で、ZTF のような彗星は非常に接近してくる。そのため、これほど接近するのはどのくらいの頻度かを明らかにすることが有益だという。 ([forbes.com 原文](#))