

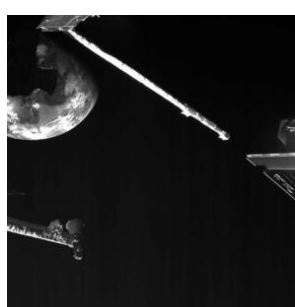
水星探査機「みお」、地球にグッバイ スイングバイ完了

小川詩織 2020年4月10日 18時00分



[星空を横切りながら遠ざかる水星探査機「みお」=2020年4月10日午後8時](#)

[50分、東京大木曽観測所撮影](#)



水星をめざして飛行している探査機「みお」が10日、地球の重力を利用して進路を変える「地球スイングバイ」に挑み、水星への軌道にかじを切った。地球の撮影に成功したほか、地球からも上空を飛び去る姿が確認された。2025年12月に水星を回る軌道に入る予定だ。

みおは日本時間10日午後1時半ごろ、地球に約1万2600キロメートル（地球の直径とほぼ同じ）まで近づき、大きく方向を変えた。長野県にある東京大木曽観測所は午後9時前、遠ざかるみおを南の空に確認、大型望遠鏡で撮影に成功した。地球スイングバイはこれが最初で最後。この後、さらに金星で2回、水星で6回スイングバイする。

日欧が協力する水星探査「ベピコロンボ計画」の探査機で、欧州の探査機「MPO」とともに18年10月に打ち上げられた。計画名はイタリアの天文学者にちなむ。7年で約90億キロの長旅のうち、これまでに約14億キロを飛行した。

水星は太陽に最も近い惑星のため、表面の温度は約430度に達し、太陽からの強烈なプラズマの流れにさらされている。みおは、過酷な環境にある水星の磁場がどうなっているのかなどを調べる予定だ。（小川詩織）

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35152196.html>

米口の3宇宙飛行士、宇宙ステーションに到着 新型コロナで厳戒下の打ち上げ

2020.04.10 Fri posted at 13:00 JST



（左から）イワン・ワグネル、アナトリー・イワニシン、クリス・キャシディの3宇宙飛行士/Roscosmos/NASA（CNN）ロシアと米国の宇宙飛行士3人を乗せた宇宙船「ソユーズ」が現地時間の9日早朝、カザフスタンのバイコヌール宇宙基地から打ち上げられ、約6時間後に国際宇宙ステーション（ISS）にドッキングした。ソユーズにはロシアのアナトリー・イワニシン、イワン・ワグネル、米航空宇宙局（NASA）のクリス・キャシディの3宇宙飛行士が搭乗。新型コロナウイルスが世界的に流行する中、渡航制限の影響で一部の家族やマス

コミ、業界関係者などは打ち上げに立ち会うことができなかった。打ち上げの関係者は全員が互いに約1.8メートルの距離を置き、マスクをしていた。

ただしそうした健康・安全対策の多くは、ISSへ向かうロケット打ち上げの際の標準的な措置だった。

NASAは以前から、風邪やインフルエンザなどが宇宙へ持ち込まれるのを防ぐため、出発前の宇宙飛行士に2週間の隔離を義務付けている。これは有人飛行計画の当初からの懸念だった。

宇宙飛行士は今回、隔離前から米疾病対策センター(CDC)の新型コロナウイルスに関する勧告に従っていた。

NASAもロシアのロスコスモスも、通常通り宇宙飛行士を2週間隔離させたとしている。

これまでISSに滞在していたロシアのオレグ・スクリポチカ宇宙飛行士と、NASAのジェシカ・メイヤ、アンドリュー・モーガンの両宇宙飛行士は17日に地球に帰還する。

スクリポチカ、メイヤ両宇宙飛行士の地球帰還は半年ぶり、モーガン宇宙飛行士は8カ月ぶり。3人が地球を離れた時、まだ新型コロナウイルスのパンデミックは起きていなかった。

<https://news.mynavi.jp/article/20200406-1011809/>

太陽高エネルギー粒子嵐の研究に"日の出"を! NASAの太陽探査機「SunRISE」

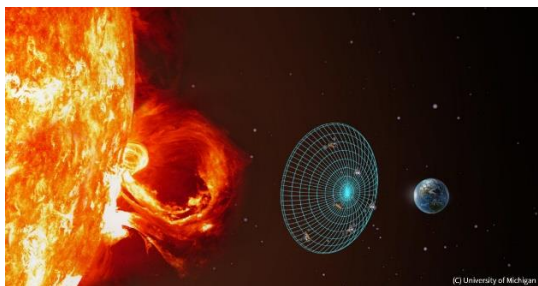
鳥嶋真也 2020/04/06 16:26

インデックス [宇宙嵐の一種「粒子嵐」の影響を調べる](#) [太陽電波干渉計宇宙実験「SunRISE」](#)

宇宙嵐の一種「粒子嵐」の影響を調べる

米国航空宇宙局(NASA)は2020年3月31日、宇宙嵐の一種である、太陽からやってくる高エネルギーの粒子嵐を調べる新しい衛星「SunRISE」を開発すると発表した。打ち上げは2023年の予定。

6機の超小型衛星からなるミッションで、得られた成果は、高エネルギー粒子嵐が地球や太陽系全体に与える影響の研究や、月や火星に向かう宇宙飛行士の保護に役立つとしている。



静止軌道から太陽活動を観測する SunRISE の想像図 (C) University of Michigan

太陽電波干渉計宇宙実験「SunRISE」

SunRISE は、NASA ジェット推進研究所(JPL)が管理し、ミシガン大学が主導するミッションで、宇宙嵐の一種である、太陽からやってくる高エネルギーの粒子嵐を調べることを目的としている。

太陽では、表面で大きな爆発現象(フレア)が起こったり、突発的にプラズマの塊が放出されるコロナ質量放出(CME)が発生したりしており、そうしたフレアやコロナ質量放出によって加速されたと考えられる粒子が、地球まで到達する現象を「高エネルギー粒子嵐」と呼ぶ。

高エネルギー粒子嵐は、その名のとおりに高いエネルギーをもっているため、宇宙を飛ぶ宇宙機の電子機器や太陽電池を故障させたり、宇宙飛行士の被曝量が増加したりするほか、地球を取り巻く磁気圏の磁気バリアを破って内側に侵入し、航空機の通信を妨げたり、乗員・乗客が被曝したりといった障害を与えることも知られている。

SunRISE とは Sun Radio Interferometer Space Experiment(太陽電波干渉計宇宙実験)の頭文字から取られており、「日の出」を意味する Sunrise にかかっている。オーブントースターほどの大きさのキューブサット(超小型衛星)を6機からなり、それぞれ10kmほど離れた編隊を組んで軌道を回ること、1つの大きな電波望遠鏡として機能するようになっている。この巨大電波望遠鏡は、太陽活動によって発生する、20MHz から 1MHz 以下の非

常に低い周波数の電波画像を取得することができる。この周波数帯は地球の大気に吸収されてしまうため、宇宙を飛ぶ衛星でしか受信できない。これにより、宇宙の3D地図を作成し、大きな粒子バーストが太陽のどこで発生し、どのように進化して太陽系内の惑星間空間に広がっていくのかを調べる。また、どの種類の放射線が、どのような順番で放出され、加速していくのかを決定するのにも役立つ。

さらに、太陽から惑星間空間に到達する磁力線のパターンをマッピングすることもできる。

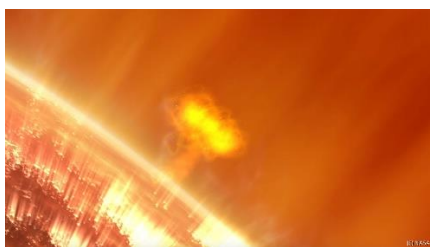
また、NASAの太陽探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」や、欧州宇宙機関(ESA)の探査機「ソーラー・オービター」、また今年はじめにハワイに完成した「ダニエル・K・イノウエ太陽望遠鏡」などとも協力して観測する。

SunRISE ミッションを率いるミシガン大学教授の Justin Kasper 氏は「私たちは太陽フレアやコロナ質量放出が起こる様子を見ることはできますが、それが高エネルギー粒子嵐をどう発生させているのか、どう地球に届いているのかまではわかっていません。その理由の1つは、これまでは粒子が加速されていく様子を見ることはできなかったからです」と語る。

「なにが粒子を加速させ、その加速がどこで起こっているかについては、まだ多くの議論があります。SunRISEによる観測で、どの加速モデルが正しいかわかるでしょう。」

また、NASAの太陽物理学部局の部局長を務める Nicky Fox 氏は「SunRISEは、太陽について理解を深めるだけでなく、太陽が惑星間環境にどのように影響を与えているかを理解するのに役立ちます。太陽がどのようにして宇宙嵐を引き起こしているかを知れば、宇宙船や宇宙飛行士への影響を軽減することができます」と語る。

NASAは現在、月や火星の有人探査を計画していることから、SunRISE ミッションから得られるデータは貴重なものとなる。



太陽高エネルギー粒子嵐の想像図 (C) NASA

SunRISEは、NASAの小型宇宙科学ミッション計画「エクスプローラーズ計画」の一環として行われる。同計画にはいくつかのクラスがあり、一から新しい衛星や探査機を開発するものもあれば、ミッションを終えた宇宙機を新しいミッションに転用したり、他国の宇宙機に観測機器を提供したりといった形のものもある。

後者はミッション・オブ・オポチュニティ(Missions of opportunity)と呼ばれ、新たに宇宙機を開発するよりも比較的安価に済むため、NASA以外の大学などからの提案がしやすくなっている。SunRISEも同クラスの下で開発され、開発や打ち上げなどを総コストは6260万ドルとしている。

SunRISEは衛星こそ新たに開発されるものの、打ち上げは別の静止衛星に相乗りして行うことで低コスト化を図っている。この打ち上げサービスは、米国のマクサー・テクノロジーズ(Maxar Technologies)が提供する「PODS(Payload Orbital Delivery System)」と呼ばれるもので、通信衛星などの静止衛星の空きスペースをキューブサットなどの搭載場所として活用し、静止衛星が静止軌道に到達した際、もしくは静止トランスファー軌道から静止軌道へ登る過程で分離するというものである。

静止軌道への打ち上げは大きなエネルギーが必要になるため、打ち上げコストが高くなるが、この方法を使うことで、キューブサットであれば低コストでの打ち上げが可能になる。また、静止衛星を運用する会社にとっても、もともと空きスペースとなっている場所を利用するため、少ない負担とリスクで追加の収益が得られるというメリットがある。

SunRISE 打ち上げは2023年7月1日以降の予定で、どの静止衛星に相乗りすることになるかはまだ決まっていないという。親機となる衛星が静止軌道に到達したあと、SunRISEは分離され、SunRISEもまた静止軌道で運用される。ミッション期間は1年間の予定となっている。

参考文献

- ・ [News | NASA Selects Mission to Study Causes of Giant Solar Particle Storms](#)
- ・ [U-M leads \\$62M 'largest radio telescope in space' to improve solar storm warnings | University of Michigan News](#)
- ・ ['Largest radio telescope in space' to improve solar storm warnings - The Michigan Engineer News Center](#)
- ・ [Sun Radio Interferometer Space Experiment \(SunRISE\) | Network for Exploration and Space Science | University of Colorado Boulder](#)
- ・ [PAYLOAD ORBITAL DELIVERY SYSTEM \(PODS\)](#)

著者プロフィール 鳥嶋真也(とりしま・しんや)

宇宙開発評論家。宇宙作家クラブ会員。国内外の宇宙開発に関する取材、ニュース記事や論考の執筆などを行っている。新聞やテレビ、ラジオでの解説も多数。

著書に『イーロン・マスク』(共著、洋泉社)があるほか、月刊『軍事研究』誌などでも記事を執筆。

Web サイト <http://kosmograd.info/> Twitter: [@Kosmograd_Info](#)

<https://jp.techcrunch.com/2020/04/07/2020-04-06-white-house-signals-support-for-a-new-international-moon-treaty/>

ホワイトハウスが新たな「国際月協定」推進を示唆 2020年4月07日 by [Devin Coldewey](#)



国際社会は宇宙や月の資源を収集、利用することに関する規則の制定で何十年も苦闘を続けている。米国をはじめとする宇宙開発国はすべて、最もよく知られた試みである 1979年の「月協定」を却下したが、月探査の新たな競争によって、ホワイトハウスは新しい国際協定を受け入れる意志があることを発表するにいたった。

米国時間4月6日に発行された[大統領命令](#)でトランプ政権は、これを「宇宙資源の国および民間による回収と利用の国際的支援の促進」を進める政策であることを示唆した。

命令は何かを強制するものではなく単なる政策の表明なので、第一歩にすぎない。しかしこれは、米国が宇宙資源の利用に関する新たな枠組みづくりを進める意思を示すものだ。

関連記事：[NASA details how it plans to establish a sustained human presence on the Moon](#)

ひとたび地球を離れた後、どの法律(財産法、国境協定など)が適用されるかは複雑な問題だ。そうでなくても、この件に関して数多くの法律や規則が、大きく異なる宇宙時代とさまざまな形態の冷戦の中で検討、想像されてきた。現在の宇宙ビジネスのブームや、月あるいは小惑星などの近地球天体の差し迫る植民地化を考えると、新たな規則が必要であることは明らかだ。

現状はといえば、月で収集された物、月に持ち込んだ物、他の国と分けあった物などに関する正式な法的外見はないも同然だ。いったい地球のどの機関が論争を仲裁するのか? 商業採掘によって月面の表土が軌道に吹き飛ばされ月の外見が損なわれることをどうやって防ぐのか?

通信衛星が空を埋め尽くすことを巡る規則がないために世界中で怒号が飛び交っているのと同じように、何か手を打つ必要があることは明らかだ。しかし、ルール範囲さえ問題なる。月における財産権のようなものを検討する必要はあるのか? 問題の複雑さを踏まえると、その規則が目的としている紛争の解決に間に合うのか? 必要ないというならそれはなぜか? だったらいつ考えるのか?

想像できるように、米国が始めようとしていることは恐ろしく複雑な解決困難な問題であるが、遅かれ早かれや

らなくてはならない。

そのために、米国は「宇宙資源の国および民間による回収および利用の安全で継続可能な運用に関して、諸外国との共同声明と二国間、多国間の合意を目標に努力」と、大統領命令に記している。

高官レベルの話し合いがすでに進んでいることは間違いない。さもなければ、宇宙規制への新たなアプローチ指示を公に宣言するという手段を政権が選ぶはずはない。宇宙の商業利用を計画している各国が参加することは間違いないだろう。だがそれは、交渉が単純で簡単であるという意味ではない。 画像クレジット：NASA

[\[原文へ\]](#)

(翻訳：Nob Takahashi / [facebook](#))

White House signals support for a new international Moon Treaty

[Devin Coldewey@techcrunch](#) / 7:56 am JST • April 7, 2020

Comment

The international community has struggled for decades to formalize rules regarding the collection and use of resources in space and on the Moon. While the U.S. and all spacefaring countries declined to endorse the most famous attempt, the 1979 “Moon Treaty,” the new Moon race has spurred the White House to announce it is open to a new international agreement on the topic.

[In an executive order issued today](#), the administration signaled that it will be the policy going forward to “encourage international support for the public and private recovery and use of resources in outer space.”

The order doesn't impose anything but remains a mere statement of policy, so this is just an initial step. But it's an indication that the U.S. wishes to move forward with a new framework regarding the use of resources in space.

The question of which laws apply (including property laws and border agreements) once you leave the surface of the Earth is a complex one; even if it weren't, many laws and rules on the topic were written or conceived of during a very different space age and various forms of Cold War. Considering the present boom in the space business and the impending colonization of near-Earth bodies like the Moon and potentially asteroids, new rules are clearly necessary.

As it stands, there is very little in the way of official legal status for materials harvested on the Moon, brought there to stay, shared with other countries and so on. Which authorities on Earth are going to arbitrate disagreements? How will we prevent the lunar surface from being disfigured by a commercial mining operation blowing chunks of regolith into orbit?

Like the lack of rules surrounding filling the sky with communications satellites, and the resulting global outcry, it's clear something needs to be done. But even the scope of the rules is in question. Should things like property rights on the Moon be considered? If so, considering the complexity of that question, would the rules be finished in time to avert the conflicts they're intended to? But if not, why not? And when will they be considered?

As you can see, this is a pretty big can of worms the U.S. is planning on opening, but it has to be done sooner or later.

To that end, the U.S. will “seek to negotiate joint statements and bilateral and multilateral arrangements with foreign states regarding safe and sustainable operations for the public and private recovery and use of space resources,” the executive order reads.

No doubt there are high-level talks already in progress, or else the administration would likely not find it expedient to publicly declare support for a new approach to space regulation. Doubtless every other country planning commercial use of space is ready to take part — but that doesn't mean negotiations will be simple or easy.

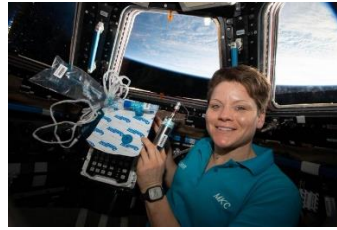
<https://news.yahoo.co.jp/byline/akiyamaayano/20200409-00172372/>

国際宇宙ステーションからの「宇宙犯罪」はなかった。NASA 宇宙飛行士への告訴取り下げ

秋山文野 | フリーランスライター/翻訳者 (宇宙開発)



4/9(木) 17:30



マクレイン宇宙飛行士 (C)NASA/Elizabeth Weisinger Credit: NASA

「国際宇宙ステーションに滞在中の宇宙飛行士が、元妻の銀行口座に不正アクセスした」と 2019 年に訴えを起こされた件について、2020 年 4 月 6 日米テキサス州のヒューストン連邦大陪審は訴えを退けるとともに、[虚偽の申し立てを行ったとの理由で元妻を起訴したと発表](#)した。NASA のアン・マクレイン宇宙飛行士にかけられていた史上初の「宇宙犯罪」の疑いは根拠になる事実が存在しなかったことになる。

2019 年 8 月、米空軍に所属するサマー・ワーデン氏は、所有する USAA 銀行の口座に元パートナーのアン・マクレイン宇宙飛行士が不正にアクセスしたとして、NASA および連邦取引委員会 (FTC) に申し立てを行った。USAA 銀行の口座は、ワーデン氏とマクレイン宇宙飛行士が共同で管理できる口座としてアクセス権を設定されていたものだ。しかし、2 人の離婚後に口座のアクセス権が変更されたため、マクレイン宇宙飛行士が国際宇宙ステーション (ISS) に滞在していた 2018 年末から 2019 年 6 月までの期間に口座にアクセスした行為は不正利用にあたる、というのがワーデン氏の主張だった。

申し立てが事実であれば、ISS から犯罪を実行した史上初の「宇宙犯罪」だとして大きな話題になった。ところが、連邦大陪審の発表によれば、ワーデン氏の申し立ては口座開設などの時系列が事実と異なるという。

ワーデン氏の申し立てでは、「2018 年 9 月に口座を開設し、元パートナーがアクセスできないようにアクセス権を変更した」とされていた。しかし調査の結果明らかになったところでは、実際に口座が開設されたのは 2018 年 4 月で申し立ての日付とは異なり、また 2019 年 1 月までアクセス権の変更は行われていなかったという。ワーデン氏は、NASA と FTC に対して虚偽の申し立てを行ったとして起訴され、2020 年 4 月 13 日に裁判が行われることになっている。有罪の場合は、最大で 5 年間の懲役、最大 25 万ドルの罰金となる可能性がある。

アン・マクレイン宇宙飛行士解説による「宇宙生活で大切な 5 つのスキル」



One thing astronauts have to be good at: living in confined spaces for long periods of time. Here are [@AstroAnimal](#)'s five tips for all who find themselves in a similar scenario: <https://go.nasa.gov/2UxNz0u>

アン・マクレイン宇宙飛行士は 2013 年に NASA に選抜された陸軍出身の宇宙飛行士。ISS 第 58 次長期滞在クルーとして 2018 年 12 月から 2019 年 6 月まで ISS に滞在し、スペース X のドラゴン宇宙船の無人ドッキング試験などのミッションにあたった。NASA が 2024 年に月面有人探査の再開を目指す「アルテミス計画」に選抜されており、史上初の女性による月面探査を行う候補となっている。

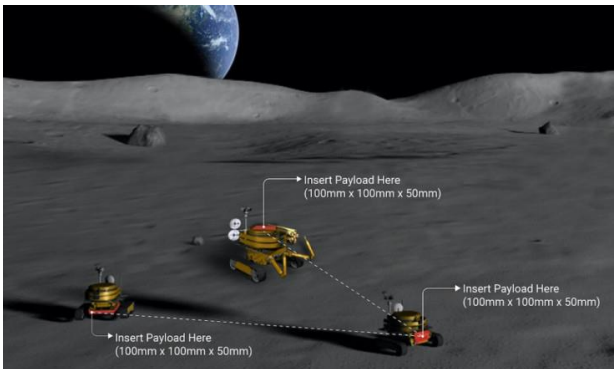


秋山文野フリーランスライター/翻訳者 (宇宙開発)

1990 年代からパソコン雑誌の編集・ライターを経て宇宙開発中心のフリーランスライターへ。ロケット/人工衛星プロジェクトから宇宙探査、宇宙政策、宇宙ビジネス、NewSpace 事情、宇宙開発史まで。著書に電子書籍『「はやぶさ」7 年 60 億 km のミッション完全解説』、訳書に『ロケットガールの誕生 コンピューターになった女性たち』ほか。

NASA は月面ロボット探査車隊に搭載する超小型科学装置のアイデアを募集

2020年4月10日 by [Darrell Etherington](#)



[NASA](#) のジェット推進研究所 (JPL) は、アルテミス計画やその他の月面ミッションで使用する超小型月面探査車に搭載できる[科学装置のアイデアの一般公募を開始した](#)。このアイデアチャレンジは、クラウドソーシング・プラットフォームである HeroX (ヒーローエックス) にて「Honey, I Shrank the NASA Payload」(ねえ、NASA のペイロードを縮めちゃったよ) と、31 年前の映画「マイクロキッズ」(原題「Honey, I Shrank the Kids」) のタイトルを現代風にもじった見出しで公開されている。求めているのは、最大で 100×100×50mm、または「新しい石けんぐらいの大きさ」の装置だ。

なぜこんなに小さくする必要があるのか? NASA は、かつて大型ロケットと大型オービターと大型着陸船でのみ実現できた科学調査を以前では不可能だった短い周期で、ずっと低コストで行いたいと考えているのだ。人類の月着陸とその後の居住までの長い道のりを整備し、補給ミッションの費用を賄うために「月の資源を利用する実用的で経済的な方法」が必要になると NASA は話している。地球の周回軌道を回る国際宇宙ステーションへの輸送ですら、すでに高額な経費が掛かっているが、はるか遠い月までとなるとそれは天文学的な数字に膨らんでしまう。

目標は、超小型探査車を早急に運用可能にして、1年から4年以内に月に送り込むことだ。JPL は、国際的コミュニティの専門知識や経験を借りて、既存の材料と技術でどこまで可能かを探りたいと考えている。今回のアイデアチャレンジは、あくまでコンセプト段階のデザインを募集するものだが(賞金として準備されているのは16万ドル=約1700万円)、長期的にはそれを出発点として実際の技術的パイプラインを構築し、月面探査車にその技術を取り入れ、月に送り込む計画だ。

チャレンジには簡単に参加できる。応募した内容の権利、つまり知的所有権はすべて応募本人に帰属する。ただし、最終選考まで残った際には、アメリカ政府が適切と判断したいかなる目的にもそのアイデアを使えるよう許諾する事実上永久的なロイヤリティーフリーのライセンス契約を、新たに米政府と結ぶことが条件となっている。もし、宇宙のルンバに搭載できるミニサイズ的环境センサーとデータ収集装置のアイデアをお持ちなら、このJPLのアルバイトを除いて、NASAの深宇宙探査計画に貢献できる道はない。もし、そのアイデアが本当に優れている場合だが。 [\[原文へ\]](#) (翻訳: 金井哲夫)

NASA seeks miniature scientific payload concepts for robotic Moon rover scouts

[Darrell Etherington@etherington](#) / 4:14 am JST • April 10, 2020 Comment

[NASA's Jet Propulsion Laboratory is seeking ideas](#) from the public around what kind of scientific equipment they could use to outfit tiny lunar rovers to help with Artemis and other Moon missions. The call, issued via crowdsourcing platform HeroX and called 'Honey, I Shrank the NASA Payload' in a very contemporary nod to a movie that came out 31 years ago, seeks payloads with maximum dimensions of no more than 4" x 2", or "similar

in size to a new bar of soap.”

Why the need for instruments so small? NASA wants to be able to perform the kind of science that has, in the past, required large launch vehicles, large orbiters and large launch vehicles, but with much greater frequency and at much lower costs than has been possible before. In order to pave the way for long-term lunar human presence and eventual habitation, NASA says it needs “practical and affordable ways to use lunar resources,” in order to defray the costs of resupply missions – already an expensive undertaking when just traveling to the International Space Station in Earth’s orbit, and astronomically more so when going as far afield as the [Moon](#).

The goal is for these to be pretty much immediately available for service, with the hope that they can be shipped out to the Moon over the course of the next one to four years. JPL is looking to tap the expertise and experience of the global community to see what’s possible with existing materials and technologies, and while this idea challenge is primarily about concept phase designs (with \$160,000 in prize money payouts available), the longer-term goal is to use it as a jumping off point for a pipeline of actual tech that will be incorporated into future rovers and sent on lunar missions.

Taking part in the challenge is fairly easy, and you actually retain all rights to anything you submit in terms of IP, with the proviso that if you make it to the finals, you have to sign a new agreement in which you also grant the U.S. government essentially a perpetual, royalty-free license to use your creation in whatever way they deem appropriate.

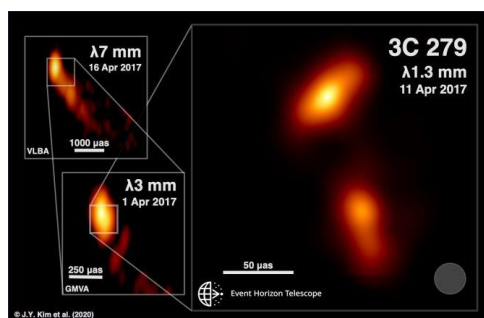
If you think you’ve got an idea about how to miniaturize environmental sensors and data gathering equipment for use on what amounts to a space Roomba, there’s probably no better opportunity to contribute to NASA’s deep space exploration efforts – short of landing a JPL gig, which might happen if your idea is good enough.

<https://alma-telescope.jp/news/3c279-202004>

2020.04.07

クエーサー3C279 の中心で輝くジェットを EHT が高解像度で観測

世界の 8 つの電波望遠鏡をつなぎ合わせて地球サイズの仮想電波望遠鏡を作り上げる「イベント・ホライズン・テレスコープ (Event Horizon Telescope: EHT)」プロジェクトが世界初のブラックホール画像を発表してから、間もなく 1 年になろうとしています。EHT は、超巨大ブラックホールそのものだけでなく、超巨大ブラックホールから噴き出すと考えられている超高速ジェットも史上最高の解像度で観測していました。観測対象となったのは、3C 279 と呼ばれる銀河の中心部が放つジェットです。3C 279 のジェットの根元からは幅広い波長帯にわたって電磁波が発せられていて、さらにその強度は大きな時間変動を見せます。ドイツ・マックスプランク電波天文学研究所のキム・ジェヨン氏らのデータ解析によって、この 3C 279 のジェットの根元の、最も高精細な画像が得られました。



2017 年 4 月に様々な波長で観測した 3C 279 のジェット。画像右側が、EHT が波長 1.3mm の電波で 2017 年 4 月 11 日に観測した画像です。左上は波長 7mm の電波で 2017 年 4 月 16 日にアメリカの VLBA で観測した画像、

左下は波長 3mm の電波で 2017 年 4 月 1 日にグローバルミリ波 VLBI アレイ (GMVA) で観測した画像です。

Credit: J.Y. Kim (MPIfR), Boston University Blazar Program (GMVA and VLBA), and Event Horizon Telescope Collaboration

3C 279 は、おとめ座の方向に地球からおおよそ 50 億光年の距離に存在する銀河です。3C 279 の中心には、太陽のおおよそ 10 億倍の質量を持つ超巨大ブラックホールがあります。これは、私たちが住む天の川銀河の中心部にあるブラックホールの 200 倍以上の質量に相当します。超巨大ブラックホールに大量のガスが落下することで巨大なエネルギーが解放され、極めて強い光を出しています。しかし地球からは非常に遠くにあるため、ほとんど点にしか見ることができません。このような天体を、一般に「クエーサー」と呼びます。超巨大ブラックホールの重力に引きつけられたガスはブラックホールの周囲に円盤を作り、その一部が細く絞られたガス流 (ジェット) として光速に近い速度で円盤の両側に噴き上げられています。

EHT による 3C 279 の観測は、2017 年 4 月に実施されました。アルマ望遠鏡を含む、世界の望遠鏡を仮想的に結合することで、3C 279 においてわずか 0.4 光年のサイズを分解することができる超高解像度 (解像度 20 マイクロ秒角。1 マイクロ秒角は角度の 1 度の 36 億分の 1) が実現されたのです。この解像度は、月面に置かれたオレンズが地球から見える視力に相当します。EHT の観測に参加した各望遠鏡で記録されたデータは、ドイツのマックスプランク電波天文学研究所とアメリカのマサチューセッツ工科大学ヘイスタック観測所に集められ、専用の高性能コンピュータで合成されました。その後、研究チームが注意深くこのデータを処理・解析し、地上観測としては史上最も高い解像度の天体観測画像が得られたのです。

EHT の高い解像度により、超巨大ブラックホール近傍から噴出するジェットの根元をこれまでになく詳しく見るのが可能になりました。今回の新たに解析されたデータからは、通常はまっすぐ伸びているジェットがすこしねじれた形状をしていること、ジェットに垂直な構造があることが明らかになりました。ジェットに垂直な構造が見えたのは今回が初めてのことで、これはジェットが吹き出す降着円盤の極の部分を見ている可能性があるという研究チームは考えています。また、4 日間の観測の間にその形状は細かく変化しており、降着円盤の回転とガスの降着、ジェットの放出のようすを知る手がかりになると考えられます。このような変動は、従来は理論シミュレーションでしか見られていないものでした。

解析をリードしたキム氏は、「宇宙への新しい窓を開けた時には、必ず新しい発見があることを私たちは知っています。可能な限り高解像度な観測をすることでジェットが形作られる領域を見ることができると期待していたところで、私たちはジェットに垂直な構造を見つけたのです。マトリョーシカを順に開けていって、最後にまったく違う形の人形が出てきたようなものです。」と語っています。

アルマ望遠鏡の VLBI 観測をリードしたビオレッテ・インペリツェッリ氏は「今回の結果は、ブラックホールからのジェット形成を研究しているすべての人にとって、夢がかなったともいえる成果です。私は、15 年前からジェットの根元を解像するために努力してきました。アルマ望遠鏡と他の望遠鏡が協力することで、今回の成果がもたらされたのです。」

研究チームの一員である秦和弘 国立天文台水沢 VLBI 観測所助教は、「今回観測されたクエーサーは、宇宙で最も強力なジェットを噴出する巨大ブラックホールとして長年知られています。その一方でクエーサーはブラックホール・シャドウが撮影された M87 よりも地球から遥かに遠くに位置するため、ジェットの根元の構造を詳しく撮影するにはこれまで以上に高い視力が必要でした。今回の成果は、EHT がブラックホール撮影のみならず、強力なジェットの生成メカニズムの解明にも極めて有効であることを示しています。」と語っています。

ペリメーター研究所とウォータールー大学に所属する天文学者のエイブリー・ブロデリック氏は「3C 279 の中心部で電波を強く出していた『コア』が、EHT の観測ではふたつの部分に分解してみることができました。しかも、これらは動いていました。3C 279 のジェットは、私たちに向かって光速の 99.5% の速度で移動しているのです！」とコメントしています。

これほどの高速で移動しているため、3C 279 のジェットは光速の 20 倍もの「見かけの速度」を持っています [1]。

ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのドム・ペセ研究員は「ジェットを構成する物質は非常に速い速度で移動しているので、その物質が放った光とまるで競争しながら私たちに向かってきています。このために、物質が光速を超えた速度で動くように見える『幻覚』が起きるのです。」と語っています。観測結果に現れた予想外のジェットの構造は、回転し折れ曲がったジェットの内部に衝撃波や不安定性が存在することを示しています。もしかしたら、これが 3C 279 で観測される高エネルギーのガンマ線の起源かもしれません。

マックスプランク電波天文学研究所の所長で EHT コラボレーション評議会の議長を務めるアントン・ゼンサス氏は、これはグローバルな協力の結果得られた成果であることを強調しています。「昨年、私たちはブラックホール・シャドウの初めての画像を発表することができました。今回は、クエーサー 3C279 のジェットの形状が予想外に変化していることを発見しました。しかしこれで終わりではありません。まだ始まりにすぎないのです。」

EHT の初代ディレクターであるシェップ・ドールマン氏は「EHT は常に進化しています。クエーサーの新しい観測成果は、EHT が持つ比類なき性能が幅広い科学の謎を解き明かすことができることを示しています。そしてこの能力は、望遠鏡をさらに加えていくことで向上します。私たちは、ブラックホール画像をより鮮明に撮影し、さらに初めての動画を撮影するために、次世代の EHT を実現すべく努力しています。」とコメントしています。EHT の観測は、毎年北半球の春の季節に行われますが、2020 年 3 月から 4 月に予定されていた EHT の観測は、新型コロナウイルス感染症の拡大防止のためにキャンセルされました。EHT 副プロジェクトディレクターを務める MIT ヘイスタック観測所のマイケル・ヘクト氏は「私たちは、2017 年に得たデータの論文化するための活動と、新しい望遠鏡を加えて 2018 年に取得したデータの解析に集中しています。2021 年春に、11 台の望遠鏡で EHT 観測を行うことを楽しみにしています。」と語っています。

論文情報

この観測成果は、J. Y. Kim et al. “Event Horizon Telescope imaging of the archetypal blazar 3C 279 at an extreme 20 microarcsecond resolution”として、ヨーロッパの天文学専門誌「アストロノミー・アンド・アストロフィジクス」誌に 2020 年 4 月に掲載されます。

参考情報

今回の観測で使用された望遠鏡は、アルマ望遠鏡、APEX（以上、チリ）、IRAM 30m 望遠鏡（スペイン）、ジェームズ・クラーク・マクスウェル望遠鏡、サブミリ波干渉計（以上、米国ハワイ州）、サブミリ波望遠鏡（米国アリゾナ州）、大型ミリ波望遠鏡（メキシコ）、および南極点望遠鏡です。これらの望遠鏡で同時に同じ天体を観測し、そのデータを後から結合して一つの巨大な仮想望遠鏡を構成する「超長基線電波干渉法（Very Long Baseline Interferometry）」という技術を用いています。これにより、EHT は 20 マイクロ秒角（1 マイクロ秒角は角度の 1 度の 36 億分の 1）という高い解像度を実現しました。データの合成は、マックスプランク電波天文学研究所とマサチューセッツ工科大学（MIT）ヘイスタック観測所で行われました。EHT の観測には上記の 8 台に加え、グリーンランド望遠鏡が 2018 年に参加し、IRAM NOEMA 干渉計とキットピーク電波望遠鏡が 2020 年から参加する予定です。

EHT コンソーシアムは、以下の 13 の機関が参加しています。中央研究院天文及天文物理研究所（台湾）、アリゾナ大学（米国）、シカゴ大学（米国）、東アジア天文台、ゲーテ（フランクフルト）大学（ドイツ）、マサチューセッツ工科大学ヘイスタック観測所（米国）、ミリ波電波天文学研究所（フランス、スペイン）、アルフォンソ・セラノ大型ミリ波望遠鏡（メキシコ）、マックスプランク電波天文学研究所（ドイツ）、自然科学研究機構国立天文台（日本）、ペリメーター研究所（カナダ）、ラドバウド大学（オランダ）、スミソニアン天体物理学観測所（米国）

[1]この宇宙では、光より早く進む物体は存在しません。しかし、クエーサーのジェットでは、見かけ上、光速を超えた速度で運動しているように見える現象が知られています。「超光速運動」とも呼ばれます。物体が、光速に近い速度で私たちに対して斜め方向に近づきながら電磁波を放射している場合に起きる現象です。詳しくは、[天文学辞典「超光速運動」](#)をご覧ください。