

東京タワーサイズの小惑星が地球付近を通過…次にやってくる 8 年後は肉眼で見え

る距離に

3/11(木) 11:10 配信

BUSINESS INSIDER
JAPAN



地球の近くを通過する小惑星の想像図。

古代エジプトの混沌の神に因んでアポフィスと名付けられた小惑星が、3月6日、地球の近くを通過した。【[全画像をみる](#)】東京タワーサイズの小惑星が地球付近を通過…次にやってくる 8 年後は肉眼で見える距離に この天体は幅約 300 メートル以上で、[エッフェル塔](#)や[東京タワー](#)と同じくらいだ。次に接近する 2029 年には、その進路が地球の軌道上の高高度衛星と交差する可能性がある。東京タワーほどの大きさの小惑星が地球に接近した。この天体は古代エジプトの混沌の神にちなんで 99942 アポフィスと名付けられている。その大きさは東京タワーの高さ（333 メートル）に相当するという。3月6日、その小惑星が地球の表面から約 1670 万 km まで接近した。これは地球と月の距離の約 44 倍だ。しかし、アポフィスが次に接近する 2029 年 4 月 13 日には、小惑星は地球から 3 万 km 以内、つまり地球と月の間を通る。[NASA](#)によると、これは、アポフィスほどの大きさの小惑星では、科学者が事前にわかっているものの中で最も近い距離で、地球を周回する通信衛星と衝突する可能性があるほどだという。下のアニメーションは、8 年後のアポフィスの軌道を示している。青い点は高軌道（3 万 5786km より高いところ）を回る衛星で、ピンクは国際宇宙ステーションだ。

アポフィスの帰還への準備

アポフィスは今回、肉眼では見えない。それを見るには、少なくとも直径 30 センチの望遠鏡が必要だ。2004 年にこの小惑星が発見されたときは話題になった。天文学者たちがわずかながら地球に衝突する可能性があるとして計算していたからだ。しかし、NASA の科学者たちはその後、その値を修正していった。「2029 年の接近で地球に衝突する可能性がないことは以前から知られていた」と、アポフィスの発見に貢献したハワイ大学天文学研究所の研究者、デイブ・ソーレン（Dave Tholen）は 2020 年 10 月に述べている。小惑星が地球に近づくたびに、天文学者たちにとっては、宇宙の岩石を研究し、その形や回転について知る機会になる。科学者がアポフィスを初めて発見したのは 2004 年の 6 月で、天候や技術的な問題が立ちだかる前に、わずか 2 日間で調査を行った。そのため表面の画像は存在しない。今回と 2029 年の接近は、科学者がアポフィスの構造を調査するのに役立つだろう。「2029 年のアポフィスの接近は科学にとって、すばらしいチャンスになるだろう」と、NASA のジェット推進研究所のレーダー科学者、マリナ・ブロゾビッチ（Marina Brozovic）は 2019 年に述べている。「光学望遠鏡とレーダー望遠鏡で小惑星を観測する。レーダー観測では、数メートル単位で表面の詳細が観測できるかもしれない」 2029 年の接近では、アポフィスは肉眼でも地球を東から西へと速く移動する光の点として見えるだろう。下の NASA のアニメーションは、2029 年 4 月 13 日のアポフィスの進路を示している。

[次ページは：アポフィスは 2068 年、38 万分の 1 の確率で地球に衝突する](#)

アポフィスは 2068 年、38 万分の 1 の確率で地球に衝突する

アポフィスは、火星と木星の間の小惑星帯に由来する天体だ。これまでのところ、珪酸塩の岩石、ニッケル、鉄で構成されていることがわかっている。そして、レーダー画像では、アポフィスはピーナッツのような形に見え

る。2029 年の後、アポフィスは 2036 年と 2068 年に再び地球に接近する。2036 年には衝突の可能性はないが、NASA の計算では 2068 年にアポフィスが地球に衝突する可能性は 38 万分の 1 だ。 2020 年まで、天文学者たちはアポフィスが 2068 年に地球に衝突することはないと考えていたが、ソーレンのチームがアメリカ天文学会の年次総会で新しい研究を発表したことで状況は変わった。小惑星が時間の経過とともに速度と方向を変化させていることを示したのだ。これらの変化は、ヤルコフスキー効果として知られるプロセスから生じる。小惑星は太陽からエネルギーを吸収するため、エネルギーを熱として放射するときに軌道がわずかに変化するのだ。最近の調査で、これがアポフィスに起こっていることがわかった。アポフィスの軌道は年間約 170 メートルずれているとソーレンは語った。これは「2068 年に衝突するというシナリオを実行するのに十分なもの」だという。

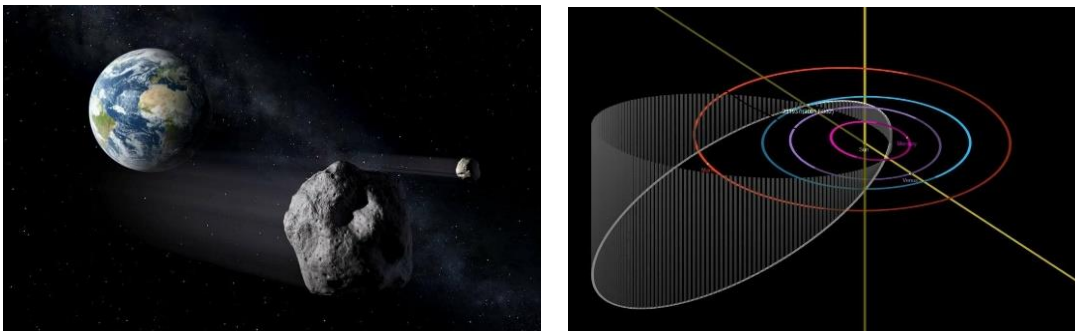
[原文 : An Eiffel Tower-sized asteroid is about to whiz by Earth. When it returns in 8 years, it could cross paths with our satellites.] (翻訳、編集 : Toshihiko Inoue)

Aylin Woodward

<https://sorae.info/astronomy/20210312-2001fo32.html>

3 月下旬、直径数百メートルの小惑星が地球から 200 万 km の距離まで接近する

2021-03-12 [松村武宏](#)



地球をかすめる小惑星を描いた想像図 (Credit: ESA – P.Carril)

2001 FO32 の軌道 (グレー) を示した図。惑星の軌道はピンクが水星、紫が金星、水色が地球、赤が火星を示す (Credit: NASA/JPL-Caltech)

2001 年 3 月、アメリカの LINEAR (リンカーン地球近傍小惑星探査) プログラムによって小惑星「2001 FO32」が発見されました。アメリカ航空宇宙局 (NASA) によると、2001 FO32 は日本時間 2021 年 3 月 22 日に地球からおよそ 200 万キロメートル (地球から月までの距離の約 5.3 倍) まで接近し、時速 12 万 4000 キロメートルで通過していくといひます。2001 FO32 の直径は当初約 1 キロメートルと推定されていましたが、NASA の赤外線天文衛星「NEOWISE」による最近の観測結果をもとに下方修正され、440~680 メートルと見積もられています。NASA によると、2001 FO32 は傾いた楕円軌道を約 2.2 年かけて公転しており、最も近い時には水星よりも太陽に近づき、最も遠い時には火星と比べて 2 倍ほども太陽から遠ざかるといひます。将来地球へ衝突する可能性がある小惑星は「潜在的に危険な小惑星 (PHA : Potentially Hazardous Asteroid)」と呼ばれていて、2001 FO32 も PHA に分類されています。NASA のジェット推進研究所 (JPL) によると、仮にサイズが見積もりの最小値だったとしても、2001 FO32 は 2021 年に地球へ接近することが確認されている小惑星のなかで最も大きいといひます。ただ、2001 FO32 は発見から 20 年に渡り追跡され続けていて、今後数百年に渡り地球の脅威にはならないとされています。NASA の地球近傍天体研究センター (CNEOS) で所長を務める JPL の Paul Chodas 氏は今回の接近について「200 万キロメートル以内に近づくことはありません」と語ります。なお、次に今回と同じくらい 2001 FO32 が接近するのは 2052 年 5 月で、地球からの距離は約 280 万キロメートルと予想されています。NASA では今回の接近について、サイズと反射率をより正確に理解し組成を推定するための機会と捉え、ハワイのマウナケア山にある赤外線望遠鏡施設 (IRTF) を使って 2001 FO32 を観測する予定です。また、NASA の深

宇宙通信網「ディープスペースネットワーク（DSN：Deep Space Network）」を利用して、2001 FO32 のレーダー観測を行うことも計画されています。

JPL 主任科学者の Lance Benner 氏は「過去 20 年間の観測を通して、地球に接近する小惑星のうち 2001 FO32 と同程度の大きさを持つものの 15 パーセントが小さな衛星を伴っていることが明らかになりました。2001 FO32 には未知の部分が多く、この小惑星を学ぶまたとない機会となるでしょう」とコメントしています。

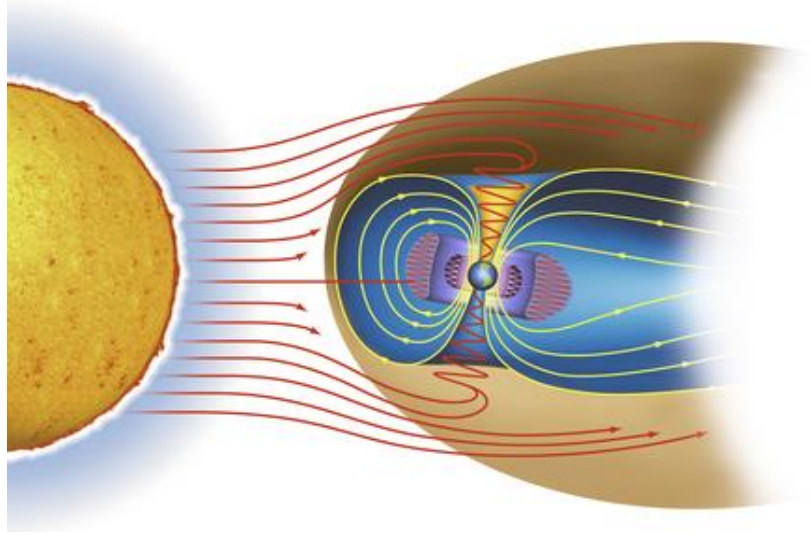
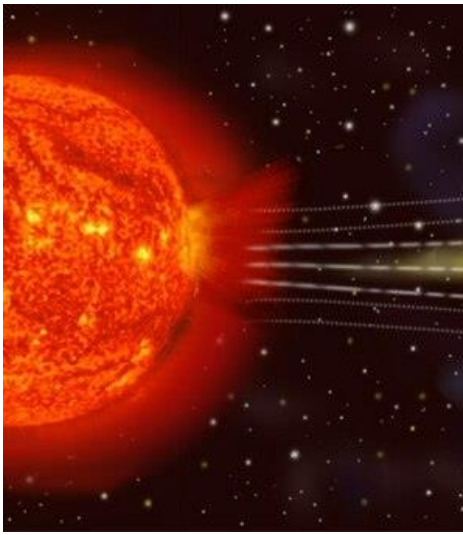
関連：[10,000,000,000,000,000,000 ドルの小惑星「プシケ」](#)

Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

<https://news.yahoo.co.jp/articles/f80717b3f8202e6758db2196e9395ee0acf06a8b>

史上最大規模のコロナ質量放出が地球を襲った「1989 年 3 月の磁気嵐」をご存じか？

3/13(土) 12:01 配信  現代ビジネス



写真：現代ビジネス

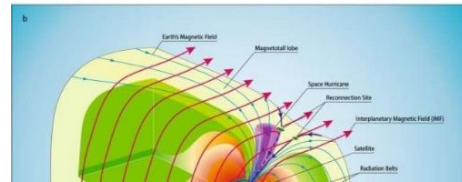
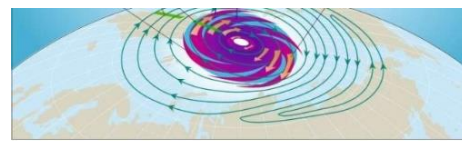
太陽風と地球の磁気圏が衝突する様子 Photo by Getty Images

----- "[サイエンス 365days](#)" は、あの科学者が生まれた、あの現象が発見された、など科学に関する歴史的な出来事を紹介するコーナーです。 ----- [【写真】アポロ計画で月に残された「あるもの」に生じた謎の異変](#)
地球を襲う数十億トンのプラズマ ケベックイベント

1989 年の今日(3 月 13 日)、史上最大級の磁気嵐が発生し北米を中心としてさまざまな国で被害が発生しました。この磁気嵐は「1989 年 3 月の磁気嵐」と呼ばれます。 磁気嵐とは、太陽から放出される高エネルギーのプラズマ(太陽風)などが原因で地球の磁気(地磁気)が大幅に乱れる現象です。ふだんは地磁気のおかげで、地球の周りには磁気圏と呼ばれるバリアのようなものが存在し、これが太陽風や宇宙線から我々を守ってくれています。しかし 1989 年 3 月には太陽活動が活発化し、外側のガス層(コロナ)からプラズマの塊が 2 度にわたって放出されました(「コロナ質量放出=[CME](#)」と呼ばれる)。CME ではときに数十億～百億トンにも及ぶ大量のプラズマが放出されます。2 度の CME は大きな塊となって、1 億 5000 万 km の距離を超えて地球に到達し、磁気圏を乱しました。 磁気嵐の影響は甚大で、[テキサス州](#)やフロリダ州に至る広い範囲でオーロラが観測されました。続いて電波障害によって短波ラジオが通信不能となり、カナダではケベック州で大停電が起きました。さらに、米国の気象衛星との通信が不能になったり、宇宙でミッションを遂行中だったスペースシャトルでも機器の不調が観測されるなど、さまざまな電氣的障害が発生しました。 太陽は地球生命のエネルギーの源であると同時に、ときに我々の生存を脅かすような存在でもあるのです。 ブルーバックス編集部（科学シリーズ）

史上初、宇宙台風が北極上空で観測される。直径 1000 キロもの巨大なプラズマが吹き荒れていた

3 月 8 日（月）20 時 30 分 [カラパイア](#)



credit:Qing-He Zhang, Shandong Universit credit:Nature Communications (2021)

北極上空に吹き荒れた直径 1000 キロもの巨大なプラズマ。これは宇宙台風と呼ばれるものだ。

地球で「宇宙台風 (space hurricane)」が観測されたのは史上初めてのことだが、広大な宇宙では一般的な現象なのかもしれない。

・プラズマが螺旋を描きながら電子の雨を降らせる

『[Nature Communications](#)』（2 月 22 日付）に掲載された研究によると、宇宙台風が検出されたのは 2014 年 8 月 20 日のこと。北極の 100～860 キロ上空をおよそ 8 時間にわたり吹き荒れたようだ。

中国、山東大学をはじめとするグループが 4 機の気象衛星を通じて観測したその形状自体は地球上で発生する一般的な台風とさして変わらない。 周辺は最大秒速 2100 メートルで流れるプラズマが反時計回りの螺旋を描きながら猛威を振るうが、その中心には嘘のように静かな台風の目が形成されている。お馴染みのあの形だ。

だが普通の台風とは違い、絡み合った磁力線と太陽風でできているために、宇宙台風を肉眼で観察することはできない。 台風なので、もちろん雨だって降る。だがそれは水滴ではなく、電子の雨だ。これが大気電離層に降り注ぐことで、宇宙台風の下にもう 1 つ台風ができたかのような巨大なオーロラが発生する。

First Space Hurricane Discovered

・宇宙台風と太陽風の関係

3D モデルからは、宇宙台風が形成されたのは、吹き付ける太陽風（太陽から定期的に放たれる高速のプラズマ）と北極の地磁気との複雑な相互作用の結果であると推測されている。 研究チームの 1 人、英レディング大学の宇宙科学者マイケル・ロックウッド氏は、「熱帯性低気圧には膨大なエネルギーが関係しています。宇宙台風も、太陽風と荷電粒子が地球大気上部に異常なまでに大量かつ急激に流入することで形成されているに違いありません」と、その形成メカニズムを説明する。 だが、太陽風が関係しているというのに、宇宙台風が発生した当時、太陽の状態は比較的穏やかだったという。 これについては、宇宙台風が発生するには、惑星間の磁場が再結合する必要があるためであるようだ。 この再結合は太陽風が弱いときの方が効率的に起きるので、宇宙台風発生の際となるのは、むしろ太陽が落ち着いていることである可能性すらある。

・宇宙ではありふれた現象なのかもしれない

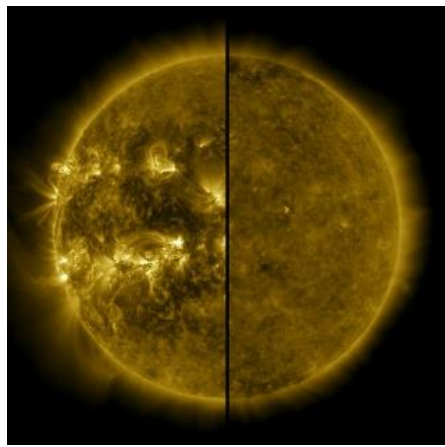
今回、これまでその存在すら不確かだった宇宙台風が史上初めて観測された。しかし大気に磁場とプラズマがある惑星なら普通に発生すると考えられるらしく、宇宙では一般的な現象であるかもしれないそうだ。

なお、宇宙台風が私たちに直接与える影響は小さいとのこと。ただし人工衛星の抵抗になったり、GPS や電波通信システムの機能を妨害するといった可能性はあるようだ。

References:[phys/](#) [space/](#) written by hiroching / edited by parumo

太陽活動が低下したマウンダー極小期には前触れがあった？ 年輪の高精度な分析

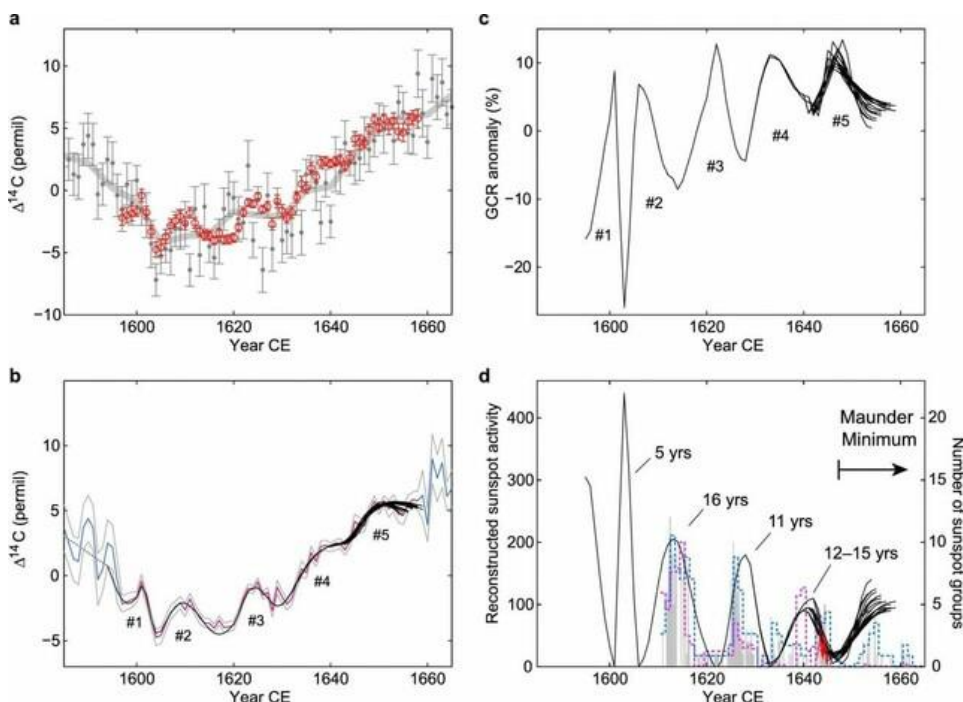
が示唆 3/11(木) 19:48 配信 宇宙へのポータルサイト **SORae**



左：第 24 太陽活動周期の極大期を迎えた 2014 年 4 月の太陽。右：第 25 太陽活動周期の開始を告げる極小期を迎えた 2019 年 12 月の太陽

武蔵野美術大学の宮原ひろ子氏らの研究グループは、木の年輪に含まれている炭素の放射性同位体を高い精度で分析した結果、17 世紀から 18 世紀にかけて太陽活動が低下した「マウンダー極小期」と呼ばれる時期に先立ち、40 年ほど前から太陽の活動周期が通常よりも長くなっていたことが明らかになったとする研究成果を発表しました。

■マウンダー極小期が始まる 3 つ前の周期は約 16 年続いていた



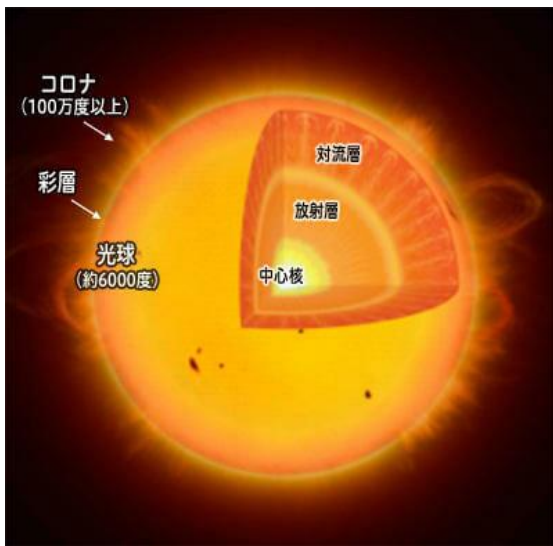
左上のグラフにおいて赤色でプロットされているのが今回の研究で示された炭素 14 濃度の高精度なデータ、灰色は過去の研究で示されたデータ。右下のグラフで黒い線で示されているのが復元された太陽黒点数の変動を示す

太陽にはおよそ 11 年の周期で変化する活動周期の存在が知られており、現在は 2019 年 12 月に始まった第 25 太陽活動周期にあたります。研究グループによると、太陽の活動には約 11 年の基本的な周期に加えて数百年か

ら数千年のスケールで変動する長期的な周期も存在しており、過去 1000 年間では太陽活動が 5 回低下したことが樹木の年輪や氷床コアの分析から示されているといえます。研究グループは今回、望遠鏡の発明以来記録されてきた黒点の観測データが充実しているとともに活動低下の規模が比較的大きかった 1645 年～1715 年のマウンダー極小期について、直前の太陽活動の変化を明らかにするべく、国内 2 か所で採取されたスギの年輪に含まれている炭素の放射性同位体「炭素 14」の濃度を調べました。地球上に一番多く存在する炭素の質量数は 12 ですが、質量数が 14 の放射性同位体である炭素 14 もわずかながら存在します。樹木が取り込む二酸化炭素(CO₂)のなかには炭素 14 からなるものも含まれていて、年輪には炭素 14 の痕跡が残ります。地球の自然界に存在する炭素 14 は主に地球の大気へ飛来した宇宙線によって生成されますが、宇宙線の強さは太陽活動の強弱にともない変化するため、年輪中の炭素 14 濃度は太陽活動を調べる手段として利用されています。研究グループによると、炭素 14 の濃度として年輪に記録されている太陽活動の変動の振れ幅は大気の影響により弱められていて、これまでは特に 11 年周期のような短い周期の変化を精細に復元することが難しかったといえます。研究グループは分析システムの改良と重複測定により従来の約 4 倍まで分析精度を高め、1 年の分解能で炭素 14 を分析することで、各周期の長さを精密に復元することに成功しました。分析の結果、1601 年から始まった周期は通常の約 11 年に対して約 5 年という短さだったものの、その次のマウンダー極小期が発生する 3 つ前にあたる周期は約 16 年という異例の長さだったことが明らかになったといえます。さらに、約 16 年続いた周期から 2 つ後の周期（マウンダー極小期が発生する直前）も、通常より長い 12～15 年続いていたことが判明したとされています。

[次ページは：■太陽内部の循環が太陽の活動を左右する重要なパラメータの可能性](#)

■太陽内部の循環が太陽の活動を左右する重要なパラメータの可能性



[太陽の構造を示した図](#)

当時の活動周期が通常よりも長かったことについて、研究グループは太陽内部の対流層（太陽の目に見える表面である光球の下にある層）における子午面循環との関連を指摘しています。研究グループによると、11 年周期の活動の長さは子午面循環の速度と関係していることがこれまでに示されているといい、通常よりも長い活動周期は対流層の子午面循環の速度低下を示唆するといえます。18 世紀末から 19 世紀初頭にかけて太陽活動が低下したダルトン極小期（1798 年～1823 年）では発生直前の活動周期が 1 つだけ延びていたものの、数十年に渡り黒点数が減少したより規模の大きなマウンダー極小期の場合は 3 周期（約 40 年）前から太陽内部の循環に変化が生じはじめ、ゆるやかに活動が低下した可能性を今回の分析結果は示唆するとしています。研究グループでは、太陽の活動が低下する要因は幾つかあるものの、太陽内部の循環が活動を左右する重要なパラメータであることが今回の結果から強く示唆されるとしており、今後も過去の太陽活動の復元を通して活動の低下・回復の仕組みに関する理解が進むことを期待しています。また、1996 年から 12 年 4 か月続いた第 23 太陽活動周期以来、現在の太陽活動はやや低調な傾向にあることから、今後の太陽活動に注視する必要性にも言及しています。

松村武宏

宇宙飛行士・野口聡一さんが投稿した“宇宙から見た首都圏”が美しい！自分が住む街を探すフォロワーも続出！

3月8日（月）19時0分 [FUNDO](#)

宇宙から見た地球は、青くてとても美しいですね。その一方、宇宙から見た地球の夜景もまた素晴らしい魅力にあふれています。宇宙飛行士・野口聡一さんが投稿した“宇宙から見た首都圏”が、まるで宝石のような美しさだと話題になっています！

名曲の歌詞にのせて！？ 野口さんは自身のツイッターで、往年の名曲「ブルーライトヨコハマ」の歌詞を添えつつ、“宇宙から見た首都圏”の写真を投稿しています。



「街の灯りが とてもきれいね」とくれば、「ヨコハマ ブルーライト・ヨコハマ～」と口ずさんでしまいたくなりますよね。宇宙から望む首都圏の灯りは美しく、まるで宝石のようですね。東京都心が最も明るく、新宿や渋谷、池袋といった巨大繁華街のあたりも明るい部分が多いような気がします。千葉や神奈川の沿岸部分に位置する工場地帯も明るいですね。皆さんが住む街の様子はどんな感じでしょうか！？

我が街が見えて嬉しい

この投稿に対しては多くの反響が寄せられていましたが、その中には「我が街が見えて嬉しい」といった声など、自分が住む街を宇宙から確認する声も多く見られました。宇宙から自分の住む街の位置が大体でもわかると、嬉しいものですね！あの光っている部分があの街かな？なんて思いを張り巡らせるのも一興ですね！

希少な写真を多数投稿

野口さんのツイッターでは、宇宙から撮影した夜景や富士山、台風の日など・・・実にさまざまなロマンあふれる写真が多数投稿されています。あっと驚かされる写真やツイートばかりですので、ぜひフォローして最新の投稿をチェックしてみてください！野口聡一さんのツイッター 出典：Twitter（@Astro_Soichi）

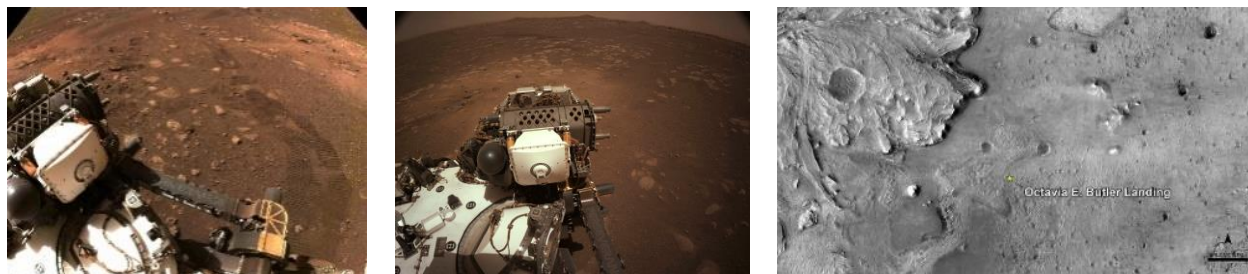
<https://sora.info/space/20210308-perseverance.html>

NASA 探査車「Perseverance」火星で初の走行テストを実施、着陸地点に命名も

2021-03-08 [松村武宏](#)

アメリカ航空宇宙局（NASA）は 3 月 5 日（現地時間、以下同様）、2021 年 2 月に火星へ着陸した探査車「Perseverance（パーセベランス、パーサヴィアランス）」が初走行時に撮影した画像を公開しました。

■アルミ製ホイールの走行痕と着陸時に露出した地面を捉える



火星探査車「Perseverance」が走行テスト中に撮影した着陸地点周辺。2021 年 3 月 4 日撮影 (Credit: NASA/JPL-Caltech)

チェックが進む Perseverance のロボットアームを捉えた連続画像。2021 年 3 月 3 日撮影 (Credit: NASA/JPL-Caltech)

オクティヴィア・E・バトラー着陸点の位置 (星印) を示した画像。背景は火星探査機「マーズ・リコネッサンス・オービター」が撮影したジェゼロ・クレーター (Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)

こちらが今回公開された画像です。Perseverance のマスト (“頭”とも表現される) に取り付けられている複数のカメラのうち、ナビゲーション用のカメラ「NavCam」によって 3 月 4 日に撮影されたものです。

この日、Perseverance は火星で最初の走行を試みました。探査車を運用する NASA のジェット推進研究所 (JPL) によると、Perseverance はまず着陸地点から 4 メートル前進。続いてその場で左に 150 度転回し、最後に 2.5 メートル後進しました。画像には移動後の Perseverance から撮影された着陸地点周辺の様子が写っています。地面を見ると、Perseverance に装着されているアルミニウム製のホイールによって転回時に刻まれた円を描くような痕や、そこから奥に伸びていく前進時の走行痕が捉えられています。今回はテストということもあって総距離 6.5 メートル、約 33 分の走行に留まりましたが、探査が始まると Perseverance は 1 日あたり最大 200 メートル (あるいはそれ以上) を移動する計画です。また、前進時についたまっすぐな走行痕の左右を見ると、地面が明るい色合いになっていることもわかります。これは Perseverance の着陸時にロケットエンジンの噴射によって地表を覆う暗い色合いの砂や塵が吹き飛ばされたためで、JPL によるとエンジン噴射のダイナミクスをより良く理解する上で Perseverance の撮影した画像が助けになるといいます。今回の走行は Perseverance による本格的な探査活動の開始に先立つ各種チェックの一環として実施されました。現在は着陸からおよそ 30 ソル (※) が見込まれている試運転の期間中で、12 ソル目にあたる 3 月 2 日からは Perseverance のロボットアームが稼働し始めています。※...1 ソル=火星での 1 太陽日、約 24 時間 40 分

JPL によるとこのほかにも地中レーダー「RIMFAX」や大気中の二酸化炭素から酸素を生成する「MOXIE」のチェック、環境観測装置「MEDA」の風向風速センサーの展開などが完了しており、今後は科学機器のより細かなチェックと較正、さらに長い距離の走行試験、サンプルを保管するシステムの一部や小型ヘリコプター「Ingenuity (インジェニュイティ)」を保護するカバーの投棄などが予定されています。

■着陸地点は SF 作家のオクティヴィア・E・バトラー氏にちなんで命名

また、2006 年に亡くなった SF 作家の[オクティヴィア・E・バトラー氏](#)にちなみ、Perseverance 運用チームの科学者らによって着陸地点が「Octavia E. Butler Landing (オクティヴィア・E・バトラー着陸点)」と命名されたことが明らかにされました。JPL の所在地でもあるカリフォルニア州パサデナ出身のアフリカ系アメリカ人だったバトラー氏は、女性 SF 作家として初めてヒューゴー賞とネビュラ賞をどちらも受賞し、天才助成金とも呼ばれるマッカーサー財団の「マッカーサー・フェロー」を SF 作家として初めて授与された人物です。

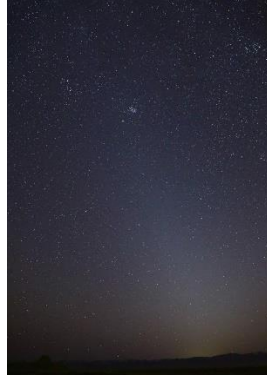
なお、NASA の火星探査機・探査車の着陸地点は過去にも人名などにちなんで命名されたことがあります。たとえば 2012 年 8 月に着陸した火星探査車「キュリオシティ」の着陸地点は、着陸の 2 か月前に亡くなった作家のレイ・ブラッドベリ氏にちなんで「Bradbury Landing (ブラッドベリ着陸点)」と命名されています。

関連: [着陸時の動画や火星の風の音](#)。NASA 探査車「Perseverance」新たなデータ公開

Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA/JPL](#) 文/松村武宏

火星から舞い上がった？ ほのかな「黄道光」をもたらす塵の起源に新たな説

2021-03-10 [松村武宏](#)



黄道光のイメージ画像（Credit: shutterstock）

アメリカのユタ州で撮影された黄道光。右下の地平線から中央上に向かって伸びている。2021年3月1日撮影（Credit: NASA/JPL-Caltech）

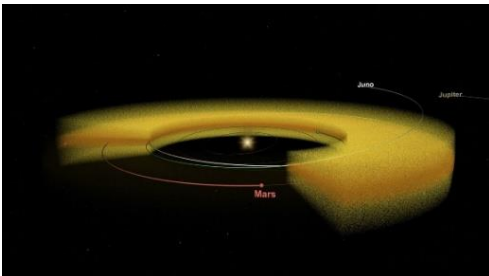
デンマーク工科大学の John Leif Jørgensen 氏らの研究グループは、アメリカ航空宇宙局（NASA）の木星探査機「ジュノー（Juno）」による観測データをもとに、黄道光（こうどうこう）をもたらす塵の起源が火星である可能性を示した研究成果を発表しました。

■黄道光をもたらす塵は火星が起源？ 惑星間空間まで脱出した仕組みは未解明

黄道光とは、天球における太陽の見かけの通り道である「黄道」に沿って見える淡い光の帯のことです。その正体は黄道に沿って分布する塵（惑星間塵）に散乱された太陽光で、条件が良ければ、夜明け前や日没の後に地平線から光の柱のように伸びている様子を観望・撮影することができます。

太陽の周辺には地球や木星といった惑星だけでなく、準惑星や小惑星から細かな塵に至るさまざまなサイズの日体が存在しています。研究グループによると、黄道光をもたらす惑星間塵は小惑星や彗星から放出された塵が起源だと考えられてきたものの、ジュノーが木星への飛行中に検出した惑星間塵の分布を分析した結果、火星が起源である可能性が示されたといいます。

研究グループによると、検出された惑星間塵は太陽から約 1~2 天文単位の範囲に分布しており、厚みを持った環のように太陽を取り囲んでいることが考えられるといいます。内側の端では地球が付近の塵を引き寄せているとみられており、Jørgensen 氏は「これこそ私たちに黄道光をもたらしている塵です」と語ります。



今回の研究をもとにした惑星間塵の分布（オレンジ色）を示した図。惑星とその軌道は地球が緑色、火星が赤色で示されている（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center）

木星に到着したジュノーを描いた想像図（Credit: NASA/JPL/SwRI）

いっぽう、外側の端は火星の公転軌道を幾らか越えた約 2 天文単位まで広がっているものの、障壁として働く木星の重力の影響（4：1 の軌道共鳴）により、塵はこれよりも外側には広がらないとみられています。研究グループによると、これは太陽を周回する塵の軌道が真円に近く、塵を放出した天体もまた同様の軌道を描いていることを意味しているといいます。「太陽から 2 天文単位付近にあるほぼ円軌道の天体として知られているのは火星

であり、塵の起源だと考えるのが自然です」と Jørgensen 氏は指摘します。

ただ、今回の研究では黄道光をもたらす惑星間塵の空間的な分布を明らかにするとともに、その起源が火星である可能性を示したに留まります。火星ではまれに全球規模の大規模な砂嵐も発生しますが、塵がどのようにして火星を脱出するほどの速度（秒速約 5 キロメートル）に達したのかは未解明であり、研究グループでは他の研究者に助力を求めています。

■木星探査機ジュノーの太陽電池パドルが塵の検出器として働いた

惑星間塵の一部が火星を起源とする可能性を示した研究グループですが、最初から塵の分布や起源を探ろうとはしていませんでした。

今回の研究では、星々が見える方向をもとに探査機の姿勢を知るための「スタートラッカー」と呼ばれるカメラの画像が用いられました。ジュノーには Jørgensen 氏らが開発したスタートラッカーが 4 台搭載されています。このスタートラッカーが未発見の小惑星を捉える可能性に期待した Jørgensen 氏は、識別できない天体が複数の連続画像に写ったことを検出できるように、4 台のうち 1 台のカメラをプログラムしていました。

識別不能の天体がそう多く捉えられるとは思っていなかった研究グループは、予想に反して何千点もの画像がジュノーから送られ始めたことに困惑したといいます。Jørgensen 氏は「まるで誰かが埃まみれのテーブルクロスを振っているようでした」と振り返ります。

分析の結果、スタートラッカーが捉えたのはジュノーの太陽電池パドルの裏面から飛び出た微細な破片であることが判明。惑星間空間を飛行中のジュノーに秒速約 5~15 キロメートルの相対速度で惑星間塵が衝突したことで、1 ミリメートルに満たないサイズの破片が生じたといいます。衝突した惑星間塵のサイズは直径約 1~100 マイクロメートルとみられており、これは黄道光をもたらす惑星間塵の代表的なサイズにあたると研究グループは指摘しています。太陽光が弱まる木星以遠を目指した惑星探査機「ボイジャー」や土星探査機「カッシーニ」といった探査機では放射性物質が崩壊する時に発する熱から電力を得る「放射性同位体熱電気転換器（RTG）」を電源として採用することが多かったものの、ジュノーでは RTG に代わり合計 60 平方メートルの太陽電池が搭載されました。地球の周辺よりも弱い太陽光を利用するために備えられた広い面積を持つ太陽電池パドルが塵を捉えたことで、意図せず塵検出器として働いたこととなります。

発表によると、探査機に衝突する惑星間塵はその質量に対して最大 1000 倍も重い破片を生じ得るといいます。研究グループは、将来の探査ミッションにおいて惑星間塵の衝突に耐えられる探査機の設計や、塵の正確な分布を把握した上で影響を緩和できる軌道の選択が必要とされる可能性に言及しています。

関連：[太古の火星の水はなぜ失われたのか？ 砂嵐が関係していた可能性が浮上](#)

Image Credit: NASA/GSFC/Arizona State University Source: [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

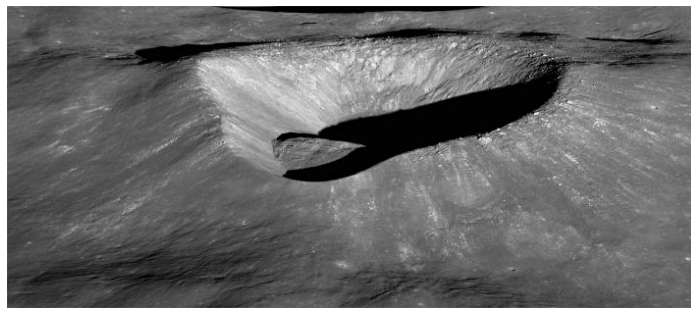
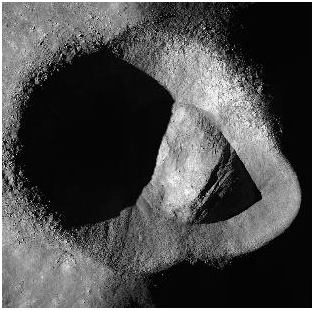
https://news.biglobe.ne.jp/international/0310/tbs_210310_9618210070.html

中ロ、月探査の新たな研究基地建設で合意 日米などに対抗か

3月10日（水）14時48分 [TBS](#)

中国とロシアは9日、月面探査などを行う新たな研究基地の建設を行うことで合意しました。アメリカや日本などが進める月の探査計画に対抗するものとみられます。中国の国家宇宙局は9日、ロシア国営の宇宙開発企業とオンラインで会議を開き、「国際月科学研究ステーション」の建設に向け、両国が協力することで合意し、覚書に署名したと発表しました。研究ステーションは月面または月の軌道上に建設され、探査や観測、科学実験などを行うといい、長期的な運営ができるとしています。月の探査をめぐるのは、アメリカ、日本なども2024年までに宇宙飛行士を月面に降り立たせることを目指す「アルテミス計画」を進めていて、中国とロシアの今回の合意はこれに対抗する狙いがあるとみられます。（10日14:08）

2つ？ それとも1つ？ 月の裏側にある不思議な形のクレーター 2021-03-09 [松村武宏](#)



月の裏側にある「ライダー・クレーター」(Credit: NASA/GSFC/Arizona State University)

斜めから見下ろしたライダー・クレーター (Credit: NASA/GSFC/Arizona State University)

こちらは月の南極エイトケン盆地にある「ライダー・クレーター (Ryder Crater)」です。ライダー・クレーターは月の裏側にあるため、地球から直接観測することはできません。その大きさは約 $13 \times 17 \text{ km}$ で、大小2つのクレーターが隣接しているような不思議な形をしています。アリゾナ州立大学によると、ライダー・クレーターは別のクレーターの上に形成されているといいます。この下地になったクレーターは直径が約 70 km で、縁から底までの高低差は $3,000 \text{ m}$ 以上もあります。ライダー・クレーターを形成した天体は、この大きなクレーターを取り囲む縁の最高地点に衝突したとみられています。急斜面に形成されたライダー・クレーターは縁の高さが方向によって異なり、最大で約 $1,500 \text{ m}$ もの差が生じているといいます。画像では左側よりも右側ほど標高が高くなっており、クレーターを2重に見せている崩落のような地形も、急斜面の影響を強く受けた結果かもしれません。ライダー・クレーターはアポロ計画で採取されたサンプルの分析に貢献し、2002年に亡くなった研究者の Graham Ryder (グラハム・ライダー) 氏にちなんで命名され、2006年8月の国際天文学連合 (IAU) の総会において正式に承認されました。

冒頭の画像はアメリカ航空宇宙局 (NASA) の月周回衛星「ルナー・リコネサンス・オービター (LRO)」の光学観測装置「LROC」による観測データをもとに作成されたもので、2020年10月19日付で公開されています。

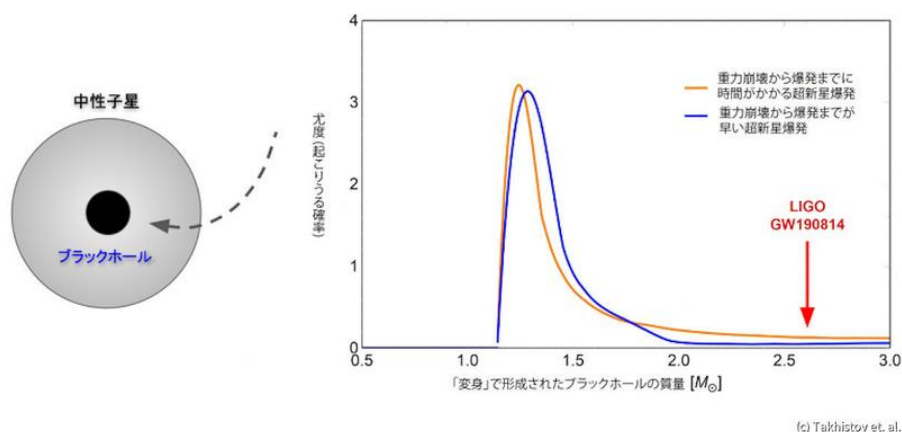
関連: [赤と白のコントラストが鮮やか。火星のクレーター内部の斜面を覆う霜](#)

Image Credit: NASA/GSFC/Arizona State University Source: [ASU](#) 文/松村武宏

https://news.biglobe.ne.jp/it/0308/mnn_210308_6048907102.html

太陽質量ブラックホールの起源を探る手法を Kavli IPMU が開発

3月8日 (月) 11時31分 [マイナビニュース](#)



東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)は3月5日、従来の恒星の進化や天体物理学の理論では形成不可能な太陽質量程度のブラックホールの起源を調べる新たな手法を提案したと発表した。同成果は、Kavli IPMU のウラジーミル・タキストフ特任研究員/Kavli IPMU フェロー、カリフォルニア大学サンディエゴ校天体物理及び宇宙科学研究センターの George M.Fuller 所長、Kavli IPMU 客員上級科学研究員を兼ねるカリフォルニア大学ロサンゼルス校の Alexander Kusenko 教授らによる国際共同研究チームによるもの。詳細は、米物理学会が刊行する学術誌「Physical Review Letters」にオンライン掲載された。

2020年6月、米国の重力波望遠鏡「LIGO」と、イタリアとフランスを中心とした欧州の重力波望遠鏡「VIRGO」は、2019年8月に観測した「GW190814」の重力波事象の結果を発表した。この事象は、太陽の23倍の質量を持つブラックホールと太陽の2.6倍の質量を持つ「天体」の合体によって引き起こされたものだ。

2.6 太陽質量の天体に関しては正体がわかっていないが、低質量ブラックホールもしくは比較的重い質量の中性子星が候補として挙げられた。ただし中性子星だとすると、その合体時に発せられるはずの電磁波が観測されていないことから、2.6 太陽質量の天体はブラックホールである可能性の方が高いとされる。しかし、2.6 太陽質量の天体をブラックホールとすることにも難点がある。そのサイズでは小さすぎて、ブラックホールとしてあり得ないのだという。というのも、ブラックホールは少なくとも太陽質量の5倍程度はあるからだ。

超新星爆発を起こす大質量星は、最低でも太陽の8~9倍の質量を持つ。超新星爆発後にブラックホールと中性子星のどちらが残るかは、超新星爆発を起こした大質量星の質量だけで決まるわけではないため、きっちりとした境界線があるわけではないが、中性子星は太陽質量の20倍程度まで、ブラックホールは約20倍以上とされる。つまり、ブラックホールを残す大質量星はどれだけ小さくても太陽質量の20倍程度はあるのだが、そこから生まれるブラックホールは太陽質量の5倍程度になる。大質量星の多くの質量は当然超新星爆発で吹き飛ばされるため、ブラックホールは大質量星と比べたらかなり軽くなるのだが、それでも太陽質量の2.6倍まで小さくなることはないという。このように、中性子星の証の電磁波は出していないし、かといってブラックホールにしては軽すぎるという、正体不明の天体が GW190814 の約 2.6 倍の天体なのだ。そこで唱えられているのが、ブラックホールはブラックホールでも特別なタイプだとする説だ。ふたつの説があり、ひとつは、ビッグバンから間もない宇宙初期の熱い時代に形成されたと考えられている、太陽質量程度の「原始ブラックホール」そのものとする説。そしてもうひとつが、もともと太陽質量程度の中性子星が「変身」したのちに形成されたブラックホールとする説である。ちなみに原始ブラックホールとは、1960年代半ばから1970年代初頭にかけて、ヤーコフ・ゼルドヴィッチ、イゴール・ノヴィコフ、ステイーブン・ホーキングらによって存在が提唱された、超新星爆発由来の通常のブラックホールとは異なるものだ。ビッグバンから間もない初期宇宙において、水素ガスやヘリウムが高密度になって超新星爆発を経ずに重力崩壊を起こし、その結果、太陽程度の質量のブラックホールも誕生しようとする仮説である。この原始ブラックホールについては、宇宙の全物質のうちの約85%を占めると考えられている未知の物質「ダークマター」の候補のひとつに挙げられている。ブラックホールなので重力以外ではほかの物質と相互作用しない(重力レンズ効果などを利用して重力による影響を観測するしかできない)という、ダークマターの特徴を満たしており、近年注目されている。一方、中性子星が変化して太陽質量程度のブラックホールになるには、次のふたつの可能性が考えられるという。ひとつ目は、太陽質量より圧倒的に軽い原始ブラックホールが宇宙に存在する中性子星に衝突し、飲み込み、中性子星をブラックホールに変身させたという説だ。このシナリオなら、もともと太陽質量程度の中性子星と同じ質量のブラックホールを作ることができる。そしてふたつ目は、ダークマターが重力の強い中性子星に降り積もり、大きくなった重力で中性子星が潰れ、ブラックホールに変身したという説だ。そうした中、国際共同研究チームは今回、太陽質量程度のブラックホールの起源を探るための新たな調査手法を提案した。

中性子星は、太陽質量の約8倍から約20倍までの大質量星の超新星爆発の残骸として中心に残されると考えられており、その質量分布は観測的、理論的によく理解されている。今回の研究によれば、ダークマター(質量の軽い原始ブラックホールもしくは素粒子的ダークマター)によって、宇宙に存在する中性子星を変身させ、太陽質量

程度のブラックホールを形成した場合には、そのブラックホールは元の中性子星と同じ質量分布を持つ必要がある。中性子星の質量分布は約 1.5 太陽質量にピークが見られるため、より重い質量の太陽質量程度のブラックホールの起源に関しては、ダークマターが降り積もることによって中性子星をブラックホールに変身させるシナリオが起こった可能性は低いことが判明。これは、LIGO などにより検出された重力波事象において、実際に 2.6 太陽質量のブラックホールが関係している場合、そのブラックホールの起源については初期宇宙で作られた原始ブラックホールそのものである可能性があるということだ。原始ブラックホールが実在するとすれば、天文学に対して影響を与えることになるという。国際共同研究チームは、今後の観測事象データに対しても今回の手法を用いることで、太陽質量程度のブラックホールがどのようにできたかという起源の特定に繋げる計画としている。

https://news.biglobe.ne.jp/entertainment/0309/rtp_210309_2896214141.html

月刊ムー、総力特集は超常現象を科学的に解明できると期待される最新宇宙論「ループ量子重力理論」！ 3月9日（火）11時31分 [Rooftop](#)



株式会社 ワン・パブリッシングは、『月刊ムー 2021 年 4 月号』を発売いたしました。特集 1 では、[相対性理論](#)と量子力学を統一する「ループ量子重力理論」が超常現象の謎を解き明かし、特集 2 では「正統竹内文書」を継承した孤高の祭祀王を取り上げる。

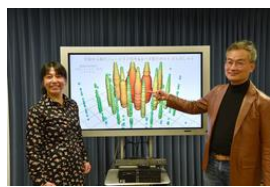
総力特集 最先端科学 宇宙に時間は存在しない!!

相対性理論と量子力学を統一する「ループ量子重力理論」が超常現象の謎を解き明かす!! 最新宇宙論の「ループ量子重力理論」によれば、宇宙には時間が存在しないという。ここでいう「ループ」とは宇宙を構成する最小単位で、これが重力を生みだし、ネットワークとなって宇宙を形成していると考えられる。この理論では、時間も量子のひとつとされるため、過去・現在・未来という一方向の流れがなくなる。このとき、すべての超常現象が肯定される。霊も超能力も死後の世界も、ループ量子重力理論によって説明できるのだ。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0311/ji_210311_2359405418.html

南極観測で初検出＝宇宙からの反ニュートリノ現象-国際チーム

3月11日（木）1時8分 [時事通信](#)



[写真を拡大](#)

宇宙から極めて高いエネルギーで飛来する素粒子ニュートリノを南極点の施設「アイスクューブ」で観測してい

る千葉大などの国際チームは、1960年ごろに予測された「グラシヨー共鳴」と呼ばれる現象を初めて検出したと発表した。論文が11日付の英科学誌ネイチャーに掲載された。

素粒子には質量や寿命が同じで電氣的な性質が反対の「反粒子」があり、ニュートリノの反粒子は反ニュートリノと呼ばれる。グラシヨー共鳴は3種類あるニュートリノのうち、電子型の反ニュートリノが非常に高いエネルギーで電子に衝突して粒子(Wボソン)が生じる現象。ノーベル物理学賞を79年に受賞した米物理学者セルドン・グラシヨー博士(88)が予測したが、加速器で生み出せるエネルギーでは衝突を実現できなかった。アイスキューブは氷の中に約5100個の検出器を埋設した施設。同共鳴の初検出は2016年12月で、詳細な解析で確認した。千葉大の吉田滋教授は「これで高エネルギーのニュートリノと反ニュートリノを初めて区別できた」と説明。「今回の反ニュートリノはブラックホール付近などで陽子と星間ガスから生じ、光速近くに加速された可能性が高い」と話した。

ニュートリノと反ニュートリノの比率が分かれば、発生した仕組みや環境をより正確に推定できる。千葉大の石原安野教授は「1回観測しただけでは、やって来た天体や距離が分からない。アイスキューブは規模を拡大して性能を引き上げる計画が進んでおり、たくさん観測できれば分かるようになる」と語った。 【時事通信社】

〔写真説明〕千葉大の吉田滋教授(右)と石原安野教授。南極施設「アイスキューブ」の国際観測で宇宙から飛来した高エネルギーの反ニュートリノによる「グラシヨー共鳴」を初検出したと発表した=9日、文部科学省

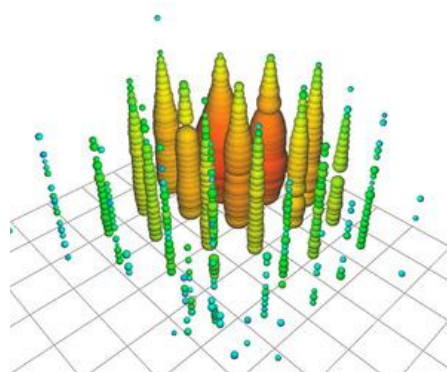
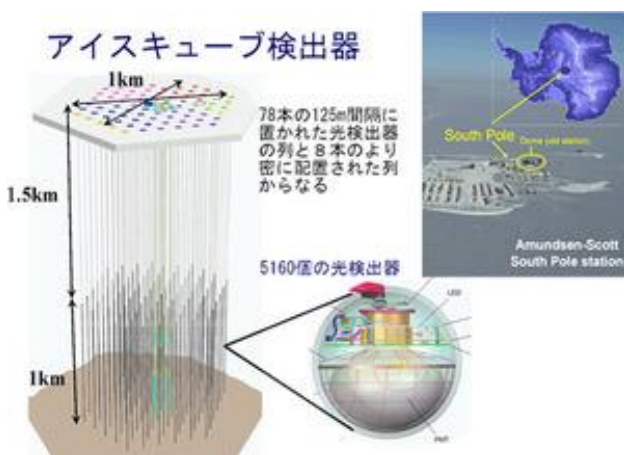
〔写真説明〕南極点にある国際観測施設「アイスキューブ」のイメージ図。宇宙から飛来する高エネルギーのニュートリノを氷に埋設した多数の球形検出器で観測する(アイスキューブ・コラボレーション提供)

<https://www.asahi.com/articles/ASP3B6S6LP39ULBJ00V.html>

超高エネルギーなニュートリノの反物質、南極で初観測 [石倉徹也](#) 2021年3月11日 1時0分



南極点近くにあるニュートリノ観測施設アイスキューブの観測所。氷の地下深くに約5千個の検出器を埋め込んである=千葉大ハドロン宇宙国際研究センターなど提供



1960年に予言されながら一度も観測されていなかった、超高エネルギーな反ニュートリノだけが起こす反応を、千葉大などの国際研究チームが南極の氷に埋められた観測施設「アイスキューブ」で初めて観測した。飛来したのはニュートリノの反物質で、超新星爆発で生まれるニュートリノの10億倍のエネルギーだったという。

論文が 10 日付の英科学誌ネイチャーに掲載された。

ニュートリノは、あらゆる物質をすり抜ける幽霊のような素粒子。太陽の内部や超新星爆発などでつくられるが、巨大なブラックホールから噴き出すジェットなどを起源とするニュートリノは、100 万倍から 100 億倍のエネルギーがあるものもあるという。チームは、南極の氷床に深い穴を掘って光センサーを埋めた観測施設アイスキューブで 2016 年 12 月、超高エネルギーの反ニュートリノに由来するとみられるデータを観測した。反ニュートリノが、氷に含まれる電子とぶつかり、W ボソンと呼ばれる素粒子ができた兆候があったという。

この反応は、米国のノーベル賞物理学者シェルドン・グラシヨウ博士が 1960 年に予言した「グラシヨウ共鳴」。約 60 年にわたって観測されないままで、「素粒子物理学の宿題」と言われていた。W ボソンが崩壊した際の総エネルギーが予想通りだったという。千葉大の吉田滋教授は「高エネルギーなニュートリノがどこから飛来するのか。装置を大きくして観測数を増やし、解明していきたい」と話した。

論文は、以下のサイト (<https://dx.doi.org/10.1038/s41586-021-03256-1>) で読める。(石倉徹也)

<https://sorae.info/astronomy/20210310-afgl5180.html>

不死鳥を思わせる神々しい天体。ふたご座の星形成領域 2021-03-10 [松村武宏](#)



星形成領域「AFGL 5180」(Credit: ESA/Hubble & NASA, J. C. Tan (Chalmers University & University of Virginia), R. Fedriani (Chalmers University))

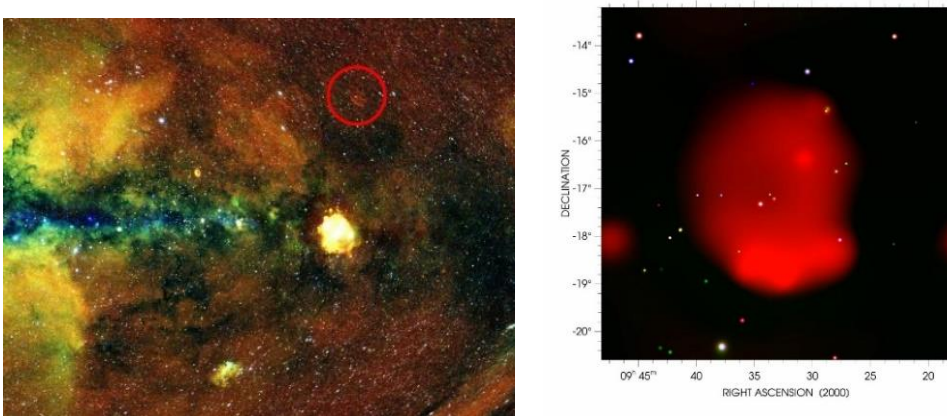
こちらは「ふたご座」の方向にある星形成領域「AFGL 5180」の赤外線による観測データをもとに作成された疑似カラー画像です。星形成領域とは、ガスや塵などが集まった低温で高密度な分子雲のなかで星が形成されている場所のことを指します。画像の赤みがかかった色合いに着色された姿が印象的な AFGL 5180 は、どこか翼を広げた不死鳥を思わせます。

星形成領域は塵が豊富であるために内部や向こう側から発せられた可視光線は遮られやすいものの、赤外線を利用することで塵に隠された若い星々を観測することができます。欧州宇宙機関 (ESA) によると AFGL 5180 の中央付近では大質量星の形成が進んでいて、画像の右上と左下に向けてジェットが放出されており、分子雲に空洞が生じているといいます。新たな星々が生み出される星形成領域は「星のゆりかご」と表現されることもあります。星形成領域の研究は、私たちが住む太陽系の形成についての手がかりを得ることもつながります。画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3 (WFC3)」によって観測されたもので、ESA からハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚として 2021 年 3 月 8 日付で公開されています。

関連: [輝き始めたばかりの幼き星々。暗黒星雲が漂う星形成領域](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, J. C. Tan (Chalmers University & University of Virginia), R. Fedriani (Chalmers University) Source: [ESA/Hubble](#) 文／松村武宏

満月約 90 個分の範囲に広がる超新星残骸を X 線の観測で発見 2021-03-10 [松村武宏](#)



X 線宇宙望遠鏡「Spektr-RG」の観測装置「eROSITA」によって取得され、2020 年に公開された X 線全天マップの一部を拡大したもの。赤丸の中に見えるのが今回報告された超新星残骸「Hoinga」(Credit: Jeremy Sanders, Hermann Brunner and the eSASS team (MPE); Eugene Churazov, Marat Gilfanov (on behalf of IKI)、赤丸は筆者) eROSITA の観測データから Hoinga とその周辺 (7.5 度×7.5 度の範囲) を拡大したもの (疑似カラー) (Credit: SRG/eROSITA, MPE)

マックス・プランク地球外物理学研究所の Werner Becker 氏らの研究グループは、2019 年 7 月に打ち上げられたロシアとドイツの X 線宇宙望遠鏡「Spektr-RG」の観測により、「うみへび座」の方向で新たに超新星残骸が見つかったとする研究成果を発表しました。発表によると、この超新星残骸は X 線の観測で発見されたものとしては見かけの大きさが最大とされています。超新星残骸とは、超新星爆発にともなう衝撃波によって周囲のガスが高温に熱せられ、光や X 線、電波などを放つ天体のことです。超新星爆発そのものは数か月程度しか観測できないものの、超新星残骸は 10 万年前後に渡り検出できるとされています。今回発見された超新星残骸は Becker 氏の故郷であるバート・ヘニンゲン (ドイツ) の中世における呼び名にちなみ、研究グループから「Hoinga (ホインガ)」と呼ばれています。発表によると Hoinga の見かけの直径は約 4.4 度で、満月約 90 個分の範囲に広がっているといい、地球からの距離は約 1600 光年と推定されています。Hoinga は Spektr-RG に搭載されているドイツの観測装置「eROSITA」(extended ROentgen Survey with an Imaging Telescope Array) の観測によって発見されました。2020 年 6 月には eROSITA によって取得された最初の X 線全天マップが公開されていますが、冒頭に示したように、その画像でも Hoinga を確認することができます。

関連: [X 線宇宙望遠鏡「Spektr-RG」によって取得された X 線全天マップが公開](#)

研究グループによると、私たちが住む天の川銀河では平均して 30 年から 50 年に 1 回のペースで超新星爆発が起こると見積もられています。検出可能な期間も考慮すれば 1200 個程度の超新星残骸が見つかるはずだといいますが、これまでに知られているのは約 300 個に留まります。そこで研究グループでは、X 線による全天観測を合計 8 回行う予定の eROSITA を利用して、未発見の超新星残骸を捜索しています。

研究グループが過去の観測データを調べたところ、1990 年代に運用されていたドイツの X 線宇宙望遠鏡「ROSAT」も Hoinga をかすかに捉えていたといえます。ほかにも 10 年前に実施された電波観測のデータでも超新星残骸と確認できたものの、Hoinga は超新星残骸の捜索において重視されてきた天の川銀河の円盤から離れたところにあつたため、これまで発見には至らなかったようです。

研究に参加した国際電波天文学研究センター (ICRAR) の Natasha Hurley-Walker 氏は「より多くの超新星残骸が見つかるのを待っているかもしれません」とコメントしています。研究グループは、過去に多くの超新星残骸が表面輝度の低さや場所などが理由で Hoinga のように見落とされてきた可能性を指摘しており、今後の

eROSITA の観測に期待を寄せています。 関連： [天の川銀河でフェルミバブルを上回る規模の巨大な泡状構造が見つかる](#) Image Credit: SRG/eROSITA, MPE Source: [マックス・プランク地球外物理学研究所](#) / [カーティン大学](#) 文／松村武宏

<https://www.asahi.com/articles/ASP393SF4P31ULBJ00W.html>

超新星残骸が宇宙線の製造工場？ 起源示すガンマ線観測

[石倉徹也](#) 2021 年 3 月 10 日 7 時 00 分



[過去最高エネルギーのガンマ線を放出する超新星残骸のイメージ](#)

[一ジ=東大宇宙線研究所、若林菜穂さん提供](#)



ケフェウス座の方角にある約 2600 光年向こうの[超新星](#)の残骸が、高エネルギー粒子の製造工場になっていることを示すガンマ線を、東京大や[中国科学院](#)などのチームが発見した。[宇宙](#)から地球に降り注ぐ高エネルギーの粒子は[宇宙線](#)と呼ばれ、1912 年に発見されて以降、起源は謎だったが、今回の発見で[超新星](#)残骸の可能性が高まった。 [宇宙](#)からは、地上の[加速器](#)では到底作れない 1 万京電子ボルト（電子ボルトはエネルギーの単位）という超高エネルギーの粒子が飛来することがある。そんな[宇宙線](#)がどこで、どうできるのか。これまでも[超新星](#)残骸とする説はあったが、電荷を帯びた[宇宙線](#)は、[宇宙](#)を漂うガスなどがつくる磁場によって飛行経路が曲がるため、飛来した方向を探るのは難しかった。 チームは、[宇宙線](#)がガスと衝突すると、ガンマ線を出すことに注目。中国チベット自治区に設置した装置で 2014～16 年にガンマ線を観測し、ケフェウス座の[超新星](#)残骸から、極めて強いガンマ線が飛来しているのを確認した。 [超新星](#)残骸は、寿命を迎えた星が大爆発したあと、高速で飛び散るガスがつくる星雲状の天体。爆発の衝撃波によって陽子などが繰り返し加速されて高エネルギーの[宇宙線](#)ができ、その一部がガスと衝突してガンマ線が出たとみられる。東大[宇宙線研究所](#)の瀧田正人教授（[宇宙線物理学](#)）は「[宇宙線](#)の起源となる候補が初めて見つかった。ほかの例も探し、起源の解明に迫りたい」と話した。

論文は 1 日付の科学誌ネイチャー・アストロノミー（<https://dx.doi.org/10.1038/s41550-020-01294-9>）に掲載された。（[石倉徹也](#)）

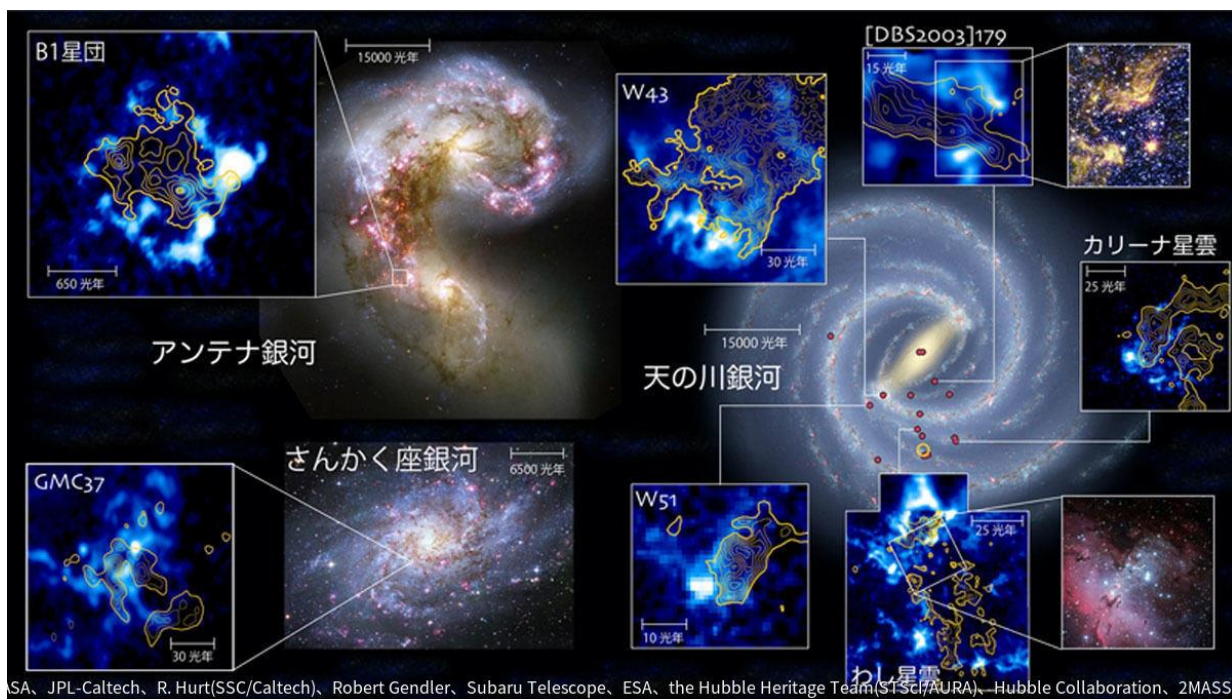
ガス雲同士の衝突が星団の誕生を引き起こす、名大などがメカニズムを解明

2021/03/11 07:00 著者：小林行雄

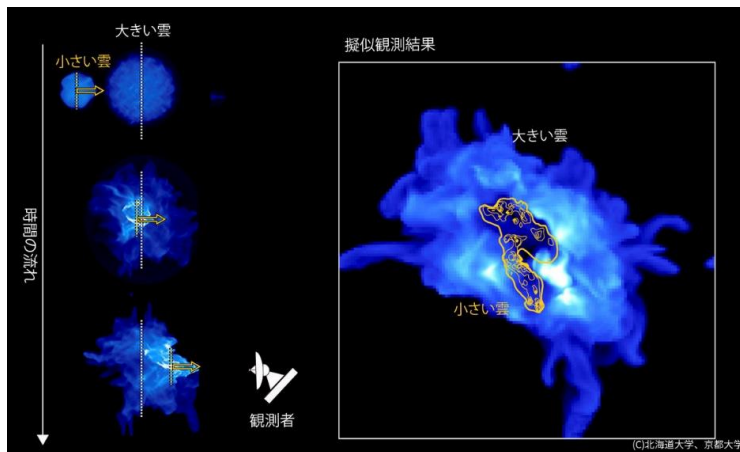
名古屋大学は3月10日、大阪府立大学ならびに国立天文台などとの共同研究の成果として、宇宙空間に漂うガス雲同士が衝突することが、星団を生み出す主要なメカニズムであることを発見したと発表した。

同成果は、名古屋大学大学院理学研究科の立原研悟 准教授、同 福井康雄 名誉教授、大阪府立大学 大学院理学研究科の西村淳 研究員、同 藤田真司 研究員らによるもの。[詳細は個々の天体や物理現象を緻密に検証した20編の論文と、それらをまとめたレビュー論文として2021年1月付の査読付き天文学術雑誌「日本天文学会欧文研究報告 \(Publications of the Astronomical Society of Japan\)」の特集号として刊行された。](#)

星の集団である星団は、宇宙に大小さまざまな存在していることが知られている。星の数が1万個以上を巨大星団、100万個以上を球状星団と呼ばれ、天の川銀河にも150個ほどの球状星団が存在していることが確認されている。しかし、天の川銀河のこうした球状星団はいずれも誕生から100億年ほど経過しており、誕生から数百万年程度の若い星団は星の数が数万個以下のものばかりであることも確認されている一方で、大マゼラン雲などでは誕生から数百万年程度とみられる若い球状星団なども確認されており、その違いの解明が求められていた。星の誕生は、宇宙を漂うガス雲が、自らの重力で収縮して形成されることが知られているが、巨大な星団を作るには、それだけでは不十分で、短時間に大量のガスを圧縮する必要があると考えられてきた。しかし、その外部要因が何なのかについては、謎とされてきたという。



今回の論文集に収録されたガス雲同士の衝突で誕生したと考えられる星団の位置と、代表的なガス雲の電波観測結果 (C)名古屋大学、大阪府立大学、国立天文台、ESO、NASA、JPL-Caltech、R. Hurt(SSC/Caltech)、Robert Gendler、Subaru Telescope、ESA、the Hubble Heritage Team(STScI/AURA)、Hubble Collaboration、2MASS 今回の一連の成果は、その謎に迫るもので、研究グループが注目したのはガス雲同士の衝突による星団の誕生モデルだという。この仮説検証に向け、複数の電波望遠鏡を駆使し、観測を長年にわたって行ったほか、北海道大学ならびに京都大学の協力のもと、3D 流体数値シミュレーションを実施。シミュレーションの結果、複数のガス雲が衝突した際に、その境界面で急激に密度が上昇し、そこで星が誕生することが示唆されたことから、実際の観測データとそれを照らし合わせたところ、多くの星形成領域がガス雲の衝突によって誘発されたことが判明したという。



数値シミュレーションで再現した2個の球状のガス雲が衝突する様子 (C)北海道大学、京都大学

例えば太陽系から約 6000 光年と、もっとも近い生まれだての巨大星団として知られる「わし星雲」は、地球から遠ざかる方向に進むガス雲と近づいてくる方向に進むガス雲が衝突している様子が観測され、大質量星をプロットしたところ、ガス雲が交差するところであることが確認されたという。

また、わし星雲の 10 倍という天の川銀河最大級の生まれつつある巨大星団で、太陽系から約 18000 光年離れた場所にある「W51 星雲」では4つのガス雲が衝突していることが判明。さらに、約 7000 万光年かなたの2つの銀河が衝突しているアンテナ銀河(触覚銀河)として知られる場所では、2つの銀河(NGC 4038 と NGC 4039)がぶつかったところで、もともと互いが持っていたガス雲同士がぶつかって球状星団が出来上がりつつあることが判明したという。研究グループでは、規模は大きいが天の川銀河のものと同じガス雲の構造が見られ、星団の誕生にガス雲の衝突が不可欠であるという可能性が高まったとする。また、これにより、ビッグバン以降、基本的に重元素が星を生み出す、ということが繰り返されてきたことまでは分かっていたが、その先の銀河の成長についても説明できるようになる可能性がでてきたともしている。

本研究結果の意義



ガス雲衝突の痕跡が
たくさん見つかった

星団誕生に不可欠な要因
である可能性が高まった

巨大星団だけでなく、
球状星団からも発見

宇宙の始まりから今に至る
まで、ガス雲衝突が重要か

今後

より極める：

- より大規模で、より激しい星団
- さらにより遠く、宇宙誕生直後の星団

より身近に：

- 太陽系はどうやってできた？ (小質量星)
- 太陽系から最も近いガス雲衝突は？

GA, JPL-Caltech, R. Hurt(SSC/Caltech), Robert Gendler, Subaru Telescope, ESA, the Hubble Heritage Team(STScI/AURA), Hubble Collaboration, 2MASS

今回の研究成果の意義 (資料提供:名古屋大学/大阪府立大学) (C)名古屋大学、大阪府立大学、国立天文台、ESO、NASA、JPL-Caltech、R. Hurt(SSC/Caltech)、Robert Gendler、Subaru Telescope、ESA、the Hubble Heritage Team(STScI/AURA)、Hubble Collaboration、2MASS

研究の今後の方向性 (資料提供:名古屋大学/大阪府立大学)

なお、研究グループでは、今後の研究として2つの方向性が考えられるとしている。1つは、宇宙誕生間もないころ、100 億年以上昔、より活発に星団が形成されていた時代において、どのようにそれが形成されていたのかという方向性だという。もう1つは、より小規模な衝突現象の解明だという。宇宙の星のほとんどは、太陽のような軽い星であり、それらはより小規模なガス雲衝突が引き起こした可能性があるとしており、これは太陽系がどうやって誕生したのか、といった謎の解明につながる可能性があるほか、太陽系からもっとも近いガス雲衝突の探索などにもつながる可能性があるとしている。

【宇宙医療コラム】宇宙での医療用画像機器について 2021-03-09 [sorae 編集部](#)



こんにちは、外科医の後藤です。

外傷や急性疾患を発症したとき、身体所見から診断を行うことは医療の基本ですが、もちろん実際に身体の中で何が起きているかを見ることはできません。地上では CT・MRI など高解像度の大型画像機器によって、身体内部の病変を大部分描出することが可能となっていますが、宇宙で使用できる画像機器は大きさも種類も非常に限られています。宇宙での医療に現在最も役に立つ画像機器は何か、また今後どのような画像機器が宇宙で求められるのか。今日はそれについて考えてみます。

宇宙で最も有用な画像機器、超音波

宇宙での医療用画像機器は、スペースや運搬上の事情から現状では「小型・ポータブル」であることが求められます。現在、国際宇宙ステーションで唯一かつ最も有用な画像機器は、超音波＝エコー(Ultrasound: US)です。エコーは、プローベと呼ばれる部分を身体に当てることで、高周波数の音波が体内を伝わっていき、体表から見えない体内のいろいろな構造物を映し出すことができます。

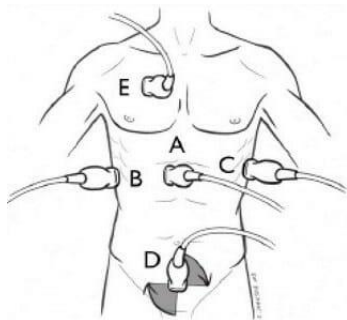


プローベ(左図)を身体に当てると高周波の音波が体内を伝わり、体内の構造物を描出することができる (Credit: ABLab)

中心静脈カテーテルの挿入(左図)や、心臓周囲に貯留した液体 (右図の水色部分) の穿刺吸引をエコーを利用することで安全に行える 出展：慶応義塾大学病院 KOPMAS

エコーの優れている点は、身体に一切の侵襲(生体を傷つける)を与えないこと、リアルタイムに体内の構造物を映し出せることです。そして、手のひらで持ち運びができる「小型・ポータブル」性によって、宇宙で最も有用な機器としての地位を確立しており、国際宇宙ステーションでの治療のほぼすべてのアルゴリズムにエコーでの評価が入っています。エコーは診断のみではなく、医療者や十分な訓練を受けたクルーであれば、[中心静脈カテーテル挿入](#)や胸腔・心臓穿刺(肺や心臓周囲に血液などがたまり呼吸や循環に悪影響がでるときに、針を刺して液体を抜く手技)など、宇宙での治療に利用することも可能であると考えられます。

一方エコーの弱点は、CTやMRIなどと比べて解像度が劣ることや、脂肪が厚い患者の場合には描出が大きく低下することが挙げられます。また、画像の適切な描出や解釈には経験を要するため、体内の状況を画面に映すことができても専門の知識がなければ、その意義を判断できないということが起こります。そして、頭蓋骨に囲まれた臓器である脳そのものを見ることはほとんどできません。今後の火星や月面などの長期有人探査ミッションでは、ISSでは起こり得ない重力環境下での外傷や、ミッションが長期にわたることで起こり得る疾患の画像診断において、これらの問題点を克服する必要があります。たとえば、患者の臨床状況に応じてプローベを当てる部分を表示するような仕組みや、その画像を自動解析して治療方法を図示するような機能が求められるのではないでしょうか。医療資源が十分でない環境での有人宇宙探査で求められる超音波の最も重要な役割は、急性の重症疾患や外傷時に求められる救急エコーであると考えられます。救急エコーは的を絞った限定的なエコーで、次のような生命にかかわる特定の疾患を迅速に診断するためのものです。



内視鏡の参考画像（Credit: ABLab）

地上でも宇宙でも、外傷時のエコーで最も有用となるのが、心嚢・胸腔・腹腔内出血を調べるための FAST とされている 出典：Medicine Emergency medicine clinics of North America, 2010

救急エコーの重要な原則は、これらの疾患が存在するかについて「Yes/No」の2択になるということです。

たとえば、「この患者は腹部大動脈瘤破裂であるか？」「腹腔内出血はあるか？」という問いには答えがでますが、「この患者の腹痛の原因は何か？」という問題には答えられません。

また、もし出血していることがわかって、どこから出血しているかはエコーでは分からないのです。

エコーは外傷治療に大変有用なものです、これらの限界があることを頭に入れておく必要があります。

地上の医療では外傷に対して通常、脱臼や骨折の診断に X 線(レントゲン)が使われますが、部位によってはエコーの方が優れているとされています（肩関節脱臼や胸骨・肋骨骨折など）。

僻地など同じく医療資源が限られる宇宙環境においては、エコーは脱臼や骨折の診断にも役立つと考えられます。

エコーに関する宇宙での医学研究報告

エコーによる宇宙での医学研究報告として、2020 年 1 月に NEJM(New England Journal of Medicine)に「[宇宙飛行中に発症した巨大な内頸静脈血栓](#)」の症例が報告されました。

内頸静脈とは、頭頸部の静脈を集めて心臓に還る頸の血管ですが、この報告によると 11 人の ISS クルーに経静脈エコー検査を実施したところ、静脈の平均断面積や平均静脈圧は地上にいた時よりも大きく増大しており、11 人中 6 人では静脈の血液うっ滞・逆流を認めていました。

さらに 1 人には、飛行 50 日目のエコーで巨大な左内頸静脈血栓が発見されたため、このクルーは抗凝固薬の点滴と内服を地上帰還 4 日前まで続け、帰還後のエコー検査では血栓消失が確認されていました。

地上で健常者にこれほど大きな内頸静脈血栓ができることは極めてまれで、原因については研究段階のようですが、「患者であるクルーに宇宙でエコーを遠隔で実施し、治療まで行って良好な結果を得た初の症例」として非常に意義ある報告とされています。その他、パラボリックフライトの微小重力環境でブタの腹腔内液体貯留をエコーで穿刺吸引したという研究や、ISS クルーが地上からのガイド下に眼外傷の検査や外傷性腹腔内液体貯留検査 (FAST)を行い、良好な結果を得たとの報告もあります。また、[宇宙滞在中に視神経乳頭浮腫が生じ視力に影響が出る SANS\(Spaceflight-Associated Neuro-Ocular Syndrome\)](#)が知られていますが、この原因として有力視される頭蓋内圧（頭蓋骨内部の圧力=脳脊髄液圧）の上昇を宇宙で測定・管理することが求められています。現在、頭蓋内圧は腰椎穿刺といい腰から脊髄腔内に針を刺して計測する方法が一般的で、遠隔ガイド下でのエコーを利用した腰椎穿刺によって、未経験者でも 9 割近い成功率を達成したとの研究報告があります。しかし腰椎穿刺は侵襲的な手技でもあるため、経頭蓋ドップラーというエコーを利用して脳血流波形を測定し、頭蓋内圧を数式で求めるなど非侵襲的な方法が研究されています。地上であれば遠隔医療でのエコーはすでに十分機能しており、NASA は宇宙でも経験の少ないクルーに地上の専門家が指示しながらエコーを使用する遠隔医療の技術を開発しているとのこと。

今後宇宙で求められる、医療用画像機器とは

現在宇宙で最も有用性の高いエコーですが、その解像度と判断できる病態には限界があることをお話しました。

これに対して、身体内部にカメラを投入する内視鏡では直視下に病態を視認することが可能なため、画像の明瞭さは圧倒的です。出血性胃潰瘍、腹腔内臓器損傷など生命にかかわる病態の診断・治療に用いることができ、特に消化器分野で内視鏡の用途は高いと思われます。また、エコーが苦手とする脳においても、頭蓋骨に1個の孔をあけることで頭蓋内出血などの診断を超音波で行うことができれば、治療としてその孔を利用した内視鏡での血腫除去術を行える可能性はあると考えられます。地上でもすでに多くの手術で低侵襲化が進んでおり、かなりの割合で内視鏡が使用されるようになってきています。また、微小重力環境では、大きな創(きず)で開腹手術を行うと創部から腸管が脱出したり、体液や血液が飛散することが外科治療の問題点として指摘されています。さらに、創が大きければ清潔な体内にコンタミネーション(異物混入)による感染が起こりやすいことが明らかであり、手術時の感染予防にも侵襲は小さいほどよいと考えられます。これらのことから、超音波の次に宇宙で求められる画像機器は、全身に対して利用できるように改良された小型内視鏡ではないでしょうか。現在の内視鏡では、例えば消化管では口や肛門などの入り口から目的の場所まで誘導に技術を要すること、手のひらに収まるエコーと比較するとやはり大型になってしまう点があります。これらの問題点が克服され、必要性に応じて開腹手術などの直達術と内視鏡治療を組み合わせることができれば、宇宙での外科治療の可能性は大きく広がる可能性があると考えられます。画像診断機器は現在の高度医療で欠かすことができない存在ですが、宇宙で利用できるものは限られています。技術革新はもちろん待たれるところですが、最小限の画像機器で完璧とはいかなくとも生命危機回避には必要十分な判断を行い、現地治療に繋がられる画像機器が求められていると考えます。AIによる自動診断や診断・治療手順を示す超音波機器など、超音波機器には今後もさらなる進化が大きく期待されます。

参考資料 Venous Thrombosis during Spaceflight. N Engl J Med, 2020

Ultrasound Guided Lumbar Puncture and Remote Guidance for Potential In-Flight Evaluation of VIIP/SANS. Aerospace Medicine and Human Performance, 2019

Assessment of Jugular Venous Blood Flow Stasis and Thrombosis During Spaceflight. JAMA Netw Open, 2019

Non-Invasive Intracranial Pressure Estimation During Combined Exposure to CO2 and Head-Down Tilt. Aerospace Medicine and Human Performance, 2018

Technique for Performing Lumbar Puncture in Microgravity Using Portable Radiography. Aerospace Medicine and Human Performance, 2016

Trauma sonography for use in microgravity. Aviation, space, and environmental medicine, 2007

FAST at MACH 20: clinical ultrasound aboard the International Space Station. The Journal of trauma, 2005

Ocular examination for trauma; clinical ultrasound aboard the International Space Station. The Journal of trauma, 2005

Sonographic detection of pneumothorax and hemothorax in microgravity. Aviation, space, and environmental medicine, 2004

Percutaneous aspiration of fluid for management of peritonitis in space. Aviat Space Environ Med, 2002

New England Journal of Medicine から宇宙飛行士のロングフライト血栓症明らかに地上での常識は通じない宇宙旅行時の予防策. 日経メディカル そこが知りたい! 救急エコー 一刀両断! 三輪書店

MSD マニュアル 家庭版 中心静脈カテーテル留置 阪和記念病院 心臓血管センターHP

Source: [ABLab](#) 文/後藤正幸 ([Twitter](#))([Facebook](#))

「宇宙に、医療を」目標とする脳神経外科医。医療分野での宇宙ビジネス創出を目指して、日々活動中。最新の宇宙医学研究を、多くの人に分かりやすく伝える発信を行なっている。