

宇宙ステーション協力関係、対ロ制裁で「損なわれる」可能性 ロシア宇宙機関



2022.02.25 Fri posted at 14:15 JST

ロシア宇宙機関トップが、対ロ制裁はISSでの米国との協力関係を損なうと警告/NASA

(CNN) ロシア軍のウクライナ侵攻を受けて米政府が発表した対ロシア制裁をめぐり、ロシアの宇宙機関「ロスコスモス」のドミトリー・ロゴジン総裁は、国際宇宙ステーション (ISS) に関する米国との協力関係が「損なわれる」可能性があるとの認識を示した。ISSでは現在、米航空宇宙局 (NASA) の宇宙飛行士4人とロシアの2人、欧州の1人が共同で生活している。米国のジョー・バイデン大統領は、24日に発表した新たな制裁によって、ロシアの航空宇宙産業は弱体化すると強調した。これを受けてロゴジン総裁はツイッターに、ISSの軌道や宇宙空間での位置はロシアのエンジンによって制御されていると書き込んだ。「我々との協力関係を断ち切れば、ISSが制御不能になって軌道を外れ、米国あるいは欧州に落下する事態を誰が救うのか」「500トンの構造物がインドと中国に落下する可能性もある。そうした展望で彼らを脅かしたいのか。ISSはロシア上空を飛行しない。つまり全てのリスクはあなた方のものだ。その用意はあるのか?」。ロゴジン総裁はそうツイートしている。NASA広報はCNNに対し、「ISSの安全な運用のため、ロスコスモスを含む全ての国際パートナーと引き続き協力する」と説明。「新たな輸出規制措置では、米ロの民間宇宙協力は引き続き許容される」と述べ、軌道上と地上での運用態勢を変更する予定はないとした。

米国、ロシア、日本、カナダ、欧州宇宙機関 (ESA) の協力で運用されているISSは、ロシア区画と米区画に分かれている。NASAの元宇宙飛行士ガレット・リーズマン氏は、「ロシア区画は米国側からの電気がなくては機能しない。米国側は、ロシア側にある推進システムなしでは機能しない」と指摘。「つまり円満離婚はできない。意識的なカップル解消もできない」と指摘した。NASAはロゴジン総裁の発言に対して直接的な反応は示していない。ただ、「ISSの安全かつ継続的な運用を維持するため、ロスコスモスと、カナダ、欧州、日本の国際パートナーとの協力を続ける」としている。一方、英国のボリス・ジョンソン首相は24日に下院で行った演説でISSの未来に疑問を投げかけ、「芸術的、科学的コラボレーションを続けることには大賛成だ」「だが現在の状況では、それをどう平常通りに継続できるのか見通すことさえ難しい」と指摘した。

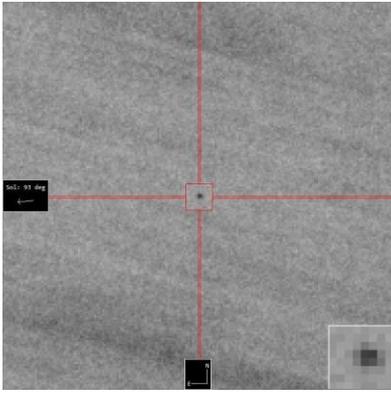
<https://sorae.info/astrometry/20220225-ae1.html>

2023年7月に地球から1000万km先を通過する小惑星「2022 AE1」一時は衝突リ

スクの懸念も 2022-02-25 [松村武宏](#)

2022年1月6日、アリゾナ州 (アメリカ) のレモン山天文台で実施されている「レモン山サーベイ」によって、小惑星「2022 AE1」が発見されました。近年では毎年大量の小惑星が新たに見つかっていますが、2022 AE1は発見から半月ほどの間、研究者から高い注目を集めることとなります。

現在は追跡観測の結果、2022 AE1は2023年7月上旬に地球から約1000万km離れたところ (地球から月までの距離の20倍以上) を通過していくことが明らかになっています。ところが発見から間もない段階では、この時期に地球へ衝突するリスクが懸念されていたのです。



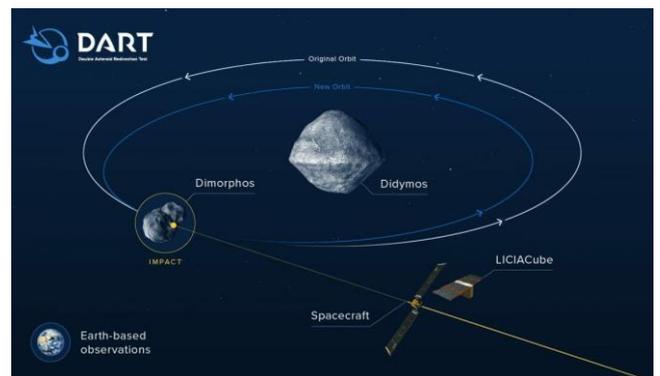
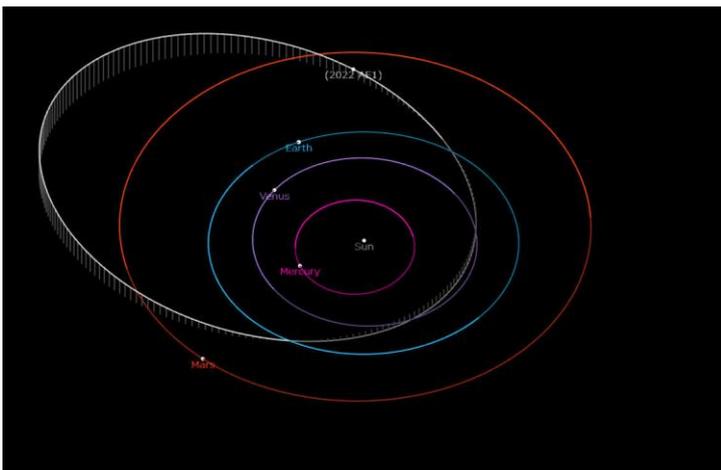
【▲ 現地時間 2022 年 1 月 19 日の夕方にスペイン のカラー・アルト天文台で撮影された小惑星「2022 AE1」
（中央）(Credit: ESA/NEOCC)】

2022 AE1 は推定直径 70m の小惑星で、地球に接近する軌道（※）を公転している「地球近傍天体（NEO）」の一つです。欧州宇宙機関（ESA）の地球近傍天体調整センター（NEOCC）によると、地球と 2022 AE1 の公転軌道が最も接近する部分の間隔は約 1 万 km（0.00007 天文単位）しかありません。

※...2022 AE1 は近日点距離 0.668 天文単位・遠日点距離 2.273 天文単位の軌道（アポロ群に分類）を約 1.78 年周期で公転している

地球に対する NEO の衝突リスクを評価する指標のひとつに、小惑星の衝突確率・予想される衝突時期・衝突時のエネルギーをもとに算出される「パレルモスケール」というものがあります。アメリカ航空宇宙局ジェット推進研究所（NASA/JPL）の地球近傍天体研究センター（CNEOS）によると、パレルモスケールの値が「-2」から「0」の小惑星は注視すべき状況にあり、「0」以上の小惑星はある程度懸念すべき状況にあるとされています。CNEOS によれば、2022 年 2 月 25 日時点でパレルモスケールが「-2」以上の小惑星は「ベンヌ」（パレルモスケール-1.41）と「1950 DA」（同-1.42）の 2 つのみ。小惑星の大半はパレルモスケールが「-2」未満とされています。 関連：[NASA 探査機がサンプル採取した小惑星「ベンヌ」の地球への衝突確率を算出](#)

ところが ESA によると、発見から間もない時点での 2022 AE1 のパレルモスケールは「-1.5」と算出されました。NEOCC の天文学者 Marco Micheli さんは、ESA にいるこの 10 年ほどの間、これほど危険な小惑星を見たことはなかったと語ります。小惑星の軌道を決定するには、最低でも 3 回の観測が必要です。1 回目の観測ではその時点での小惑星の位置が判明し、2 回目の観測では大まかな移動方向や速度がわかりますが、どのような軌道を描いているのかは 3 回以上観測しなければわからないからです。観測期間が長くなればなるほど軌道の情報もより正確になり、不確実性は低くなっていきます。ただ、最終的には衝突の可能性が否定される小惑星も、追跡観測の過程で算出される衝突リスクが一時的に高くなることもあるといいます。「この小惑星は衝突しないと断言するのに十分なデータが集まるまで 2022 AE1 を追跡することはゾツとするものでした」（Micheli さん）



【▲ 小惑星「2022 AE1」（白）と水星から火星までの惑星の軌道を示した図。JPL の小天体データベースより

(Credit: NASA/JPL)】

【▲ DART のミッションを解説したイラスト。探査機 (Spacecraft) が衝突することで、ディディモス (Didymos) を周回するディモルフォス (Dimorphos) の軌道が変化する (白→青) と予想されている (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben)】

NEOCC の所長を務める Luca Conversi さんは「パレルモスケールがこれほど高い小惑星はとても稀なので最初は驚きましたが、同じような連絡は (より低い値ではありますが) 年に何回か受け取るので、それほど心配していませんでした」と語ります。しかし、世界各地の望遠鏡ネットワークを使用する ESA の追跡観測と JPL の検証結果は、依然として 2022 AE1 の衝突リスクが高いことを示していました。

タイミングの悪いことに、2022 AE1 は満月前後の月の影響で 1 月 12 日から 19 日まで観測できなくなっていました。Micheli さんは「ただ待つしかありませんでした」と振り返ります。そのうえ、2022 AE1 は太陽から遠ざかって暗くなりつつあります。NEOCC の Laura Faggioli さんは「2022 AE1 の軌道が不確かなままであれば、可能な限り大きな望遠鏡で観測を続けるために、あらゆる手段を行使したでしょう」と語ります。

幸いなことに、月の明るさによる影響が弱まった後に再開された観測の結果、2022 AE1 の衝突リスクは低いことが判明。一時は NEOCC がリスクを懸念する小惑星リストの筆頭だった 2022 AE1 は、リストから削除されるに至りました。前述のように、現在では 2023 年 7 月の最接近距離は約 1000 万 km と判明しています。

サイズが小さな小惑星は流星として地球の大気圏で燃え尽きるか、地表に落下するとしても小さな破片になることが大半です。しかし、直径 100m 前後もあるような小惑星は、仮に人口密集地に落下すれば甚大な被害をもたらす可能性があることから「シティ・キラー」と呼ばれることがあります。

推定される 2022 AE1 の直径はシティ・キラーより小さいものの、2013 年 2 月にロシアのチェリャビンスク州上空で爆発して約 1600 名の負傷者や建物の被害をもたらした天体 (推定 10m 前後) よりも大きく、1908 年 6 月にシベリアへ落下していわゆる「ツングースカ大爆発」を引き起こしたとみられる天体 (推定 50~80m) と同程度の大きさです。2022 AE1 が 2023 年に地球へ衝突する可能性は否定されましたが、この小惑星が 2022 年 1 月まで未発見だったことを考えれば、同程度の大きさを持つ未発見の NEO がまだまだあると予想されます。

現在 NASA は「惑星防衛」(プラネタリーディフェンス※)の一環として、2022 年 9 月~10 月に小惑星「ディディモス」の衛星「ディモルフォス」の軌道変更を試みる探査機「DART」によるミッションを実施しています。現在はまだ衝突のリスクを予測することしかできませんが、将来の人類は衝突リスクが懸念される小惑星の軌道を変更するミッションを積極的に実施するようになるかもしれません。

※...深刻な被害をもたらす天体衝突を事前に予測し、いずれは小惑星などの軌道を変えて災害を未然に防ぐための取り組み 関連: [NASA 探査機衝突後の小惑星を観測する ESA のミッション「Hera」](#)

Source Image Credit: ESA/NEOCC [ESA](#) - The rise and fall of the riskiest asteroid in a decade

[NASA/JPL](#) - Small-Body Database Lookup (2022 AE1) [NEOCC](#) [CNEOS](#) 文/松村武宏

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/kinmirai-technology-kenbunroku-104/>

神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトが世界最速時速 100km 達成!

2022/02/24 11:58 著者: 齊田興哉

目次 [1 神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトとは? 世界最速時速 100km 達成!](#) [2](#)

神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトをご存知だろうか。

大学の研究室に所属していない学生でも宇宙エレベーターの開発に関わるように設立された神奈川大学のプロジェクトだ。彼らは、宇宙エレベーターの実現に必要なクライマー(昇降機)の研究開発を行なっている。

そして、そのクライマーがなんと時速 100km を達成した。この速度は世界最高の速度だという。今回は、神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトにフォーカスして、彼らの取り組みなどを紹介したいと思う。

神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトとは？

神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトをご存知だろうか？

2008年に設立された大学内のプロジェクトだ。その設立のコンセプトが素晴らしい。

大学の研究室に所属していない学生でも宇宙エレベーターの開発に関われるよう、神奈川大学の学生であれば、学部問わず1年生から大学院生まで誰でも参加できるという。神奈川大学の横浜キャンパスに宇宙エレベータープロジェクトはあるのだが、その活動拠点には、3Dプリンタや3DCADソフトなど最新機器はもちろんのこと、フライス盤、旋盤、NC加工機もあり、とても設備が充実している。また、同プロジェクトでは、機械・電子工学などの専門的な知識や卒業生や民間エンジニアの方との交流もでき、人材交流の面でも整っている。

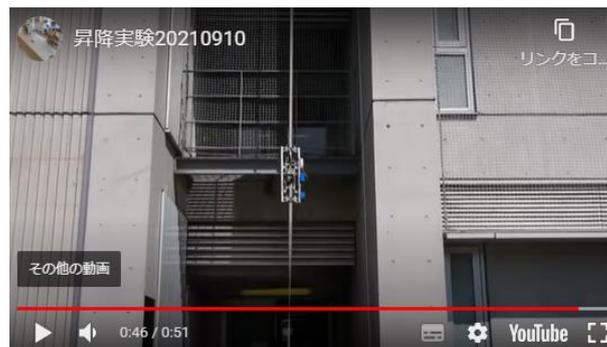


神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトの皆さん(出典:神奈川大学)

彼らは、宇宙エレベーターの実現に必要なクライマーの研究開発を行なっているのだが、彼らは、宇宙エレベーター協会が主催するSPECxROC(Space Elevator Climber & Robotics Challenge)という競技会へ出場している。

世界最速時速 100km 達成！

テレビ朝日のスペシャル番組「発進！ ミライクリエイター」の「宇宙スペシャル」という企画で、神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトが大活躍した。それは、神奈川大学の宇宙エレベーターのクライマーが世界最速となる時速 100km を達成したということ。この時速 100km を叩き出した宇宙エレベーターのクライマーは、全長 660mm・全幅 280mm・重さ 9.21kg。ウレタンゴム製のローラーをベルトに挟み、回転させ上昇させる仕組みで、速度はコンピュータで制御し、下降時も自動で速度を調整することができるものだ。プレスリリースにも他の記事にも使用された機体の詳細には記載されていないようだが、この時速 100km を達成した神奈川大学の宇宙エレベーターのクライマーは、同大学が開発した「KUSEP-5S」というタイプと類似している。



神奈川大学の宇宙エレベーターのクライマー「KUSEP-5S」(出典:神奈川大学)

2021年9月10日に行われた KUSEP-5S の昇降実験の動画

また、実際の KUSEP-5S の昇降実験の様子も動画で確認することができる。思った以上に速いスピードであることを是非読者のみなさんをご確認いただきたい。いかがだったでしょうか。神奈川大学の宇宙エレベータープロジェクトでは、今後、時速 200km を目指して開発を進め、実用化に向けて改良を重ねていくという。とても清々しい気持ちにさせていただいた素晴らしいプロジェクトだ！ 齊田興哉

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0224/res_220224_6849118338.html

「宇宙の学校」10周年、特別セミナー3/27 2月24日(木) 17時45分 [リセマム](#)

オンライン特別セミナー

これまでの「宇宙の学校®」活動を振り返って - その成果と課題 -

【日時】 2022年3月27日 10:00~12:30 Zoomにて
【主なプログラム】
▶講演Ⅰ「宇宙教育と宇宙の学校®」 - 宇宙教育の理念と宇宙の学校の学び -
▶教材紹介とその学び/情報交流会
▶講演Ⅱ「わたしが宇宙で学んだこと」

【対象】 一般 18歳以上（高校生不可） 【参加費】 無料
宇宙教育や「宇宙の学校®」の活動に興味のある方、どなたでもご参加いただけます

【お申込み・問合せ先】要事前申込 定員：80名
①KU-MAホームページ (<https://www.ku-ma.or.jp/>)
申込フォームよりお申込みください。 お申込みはこちら
②E-mail お名前、ご住所、連絡先を下記事務局まで
認定NPO法人子ども・宇宙・未来の会「宇宙の学校®」事務局
☎042-750-2690 ✉KU-MAs@ku-ma.or.jp

* オンライン配信はZoomで行う予定です。インターネット接続環境、端末（カメラ、マイク付きPC、タブレット、スマートフォン）などの準備をお願いします。また、通信環境や状況により映像や音声等の乱れが生じる場合があります。詳しくは当会ホームページをご確認ください。プログラムは予告なく変更となる場合があります。
主催：認定NPO法人子ども・宇宙・未来の会 共催：JAXA宇宙教育センター



「宇宙の学校」10周年記念事業特別セミナー [写真を拡大](#)

JAXA 宇宙教育センターと地域主催団体の協働で 2009 年から実施している「宇宙の学校」事業のこれまでの活動成果と今後の課題について 2022 年 3 月 27 日、オンライン特別セミナーを開催する。対象は、18 歳以上（高校生不可）。参加無料。「宇宙の学校」事業は、JAXA 宇宙教育センターと KU-MA が連携し、各地域主催団体と協働で実施している社会教育支援プログラム。5 歳～小学 2 年生までの子供とその保護者を対象に 1 年間、スクーリングや家庭学習を行ってもらうもの。2009 年から毎年全国 50 か所以上で開校し、参加人数は延べ 17 万人にのぼる。「宇宙の学校」10 周年記念事業の特別セミナーでは、「宇宙の学校」事業のこれまでの活動成果を振り返り、今後の課題について情報交流を行う。この特別セミナーは、2019 年度の対面開催を最後に、新型コロナウイルスの感染拡大により開催を延期。今回は感染予防の観点からオンラインで開催することとした。当日は、「宇宙教育と宇宙の学校」や「わたしが宇宙で学んだこと」をテーマとした講演の他、教材の紹介、情報交流会等を実施する。参加無料。事前申込制（定員 80 名）。

◆「宇宙の学校」10周年記念事業特別セミナー

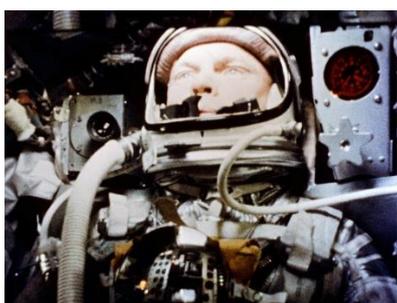
日時：2022 年 3 月 27 日（日）10:00~12:30 会場：オンライン（Zoom） 対象：18 歳以上（高校生不可）

募集人数：定員 80 名 参加費：無料 申込方法：KU-MA Web サイトの申込フォームより受け付ける

<https://sorae.info/space/20220222-earth-orbit.html>

アメリカの宇宙飛行士による初の地球周回軌道飛行から今年で 60 年

2022-02-22 [松村武宏](#)



【▲ 宇宙船「フレンドシップ7」の飛行中に撮影されたジョン・グレン宇宙飛行士（Credit: NASA）】

【▲ マーキュリー計画の宇宙飛行士「マーキュリー・セブン」。グレンは前列右から2人目（Credit: NASA）】

【▲ フレンドシップ7に乗り込むグレン飛行士（Credit: NASA）】

【▲ フレンドシップ7を搭載したアトラスロケットの打ち上げ (Credit: NASA)】

1962年2月20日、ジョン・グレン宇宙飛行士を乗せた宇宙船「フレンドシップ7」がケープカナベラル空軍基地（当時）から打ち上げられました。今年2022年の同日、アメリカは同国の宇宙飛行士による初の“地球周回軌道飛行”から60年目を迎えました。1960年代、冷戦状態にあったアメリカと旧ソ連はミサイルと表裏一体であるロケットの開発に注力していました。1957年10月には旧ソ連が人類史上初となる人工衛星「スプートニク1号」の打ち上げに成功し、アメリカをはじめとした西側陣営にスプートニク・ショックがもたらされます。スプートニク1号に遅れること3か月、1958年1月に人工衛星「エクスプローラー1号」の打ち上げに成功したアメリカは、アメリカ航空宇宙局（NASA）の有人宇宙飛行計画「マーキュリー」のもとで宇宙船とロケットの開発を推進。1959年4月には「マーキュリー・セブン」として知られる7名の宇宙飛行士が選抜されました。同計画初の有人飛行はアラン・シェパードによって実施されることになりましたが、世界初の称号は再び旧ソ連が手にすることになります。1961年4月12日、ユーリ・ガガーリン宇宙飛行士を乗せた有人宇宙船「ボストーク1号」が地球を1周して帰還することに成功したのです。

関連：[人類初の宇宙飛行士ユーリ・ガガーリンの飛行から今年の4月12日で60年](#)

シェパードによるアメリカ初の有人宇宙飛行はボストーク1号の飛行から3週間余り後のアメリカ東部標準時1961年5月5日（日本時間5月6日）に実施されましたが、この打ち上げに使われた「レッドストーン」ロケットには、マーキュリー計画の有人宇宙船を地球周回軌道に投入できるだけの能力がありませんでした。そのため、シェパードを乗せた宇宙船「フリーダム7」はサブオービタル飛行（弾道飛行）を行った後、打ち上げから15分後には大西洋上へ着水しています。シェパードに続き1961年7月に飛行したヴァージル・“ガス”・グリソムの「リバティ・ベル7」も同じくレッドストーンで打ち上げられ、弾道飛行を実施しました。

関連：[アメリカの宇宙飛行士による最初の有人宇宙飛行から今年で60年](#)

“人工衛星”として地球を周回する有人宇宙船をアメリカが打ち上げる時は、翌1962年にやってきます。グレンが乗るフレンドシップ7の打ち上げには、前年から無人飛行やチンパンジーを乗せた飛行でテストが重ねられてきた、より強力な「アトラス」ロケットが採用されました。当初1月27日に予定されていたフレンドシップ7の打ち上げは、飛行の観測を妨げる厚い雲が広がったことで13分前に中断。その後も機械的および天候の問題による延期が続きましたが、アメリカ東部標準時2月20日9時47分、ついに歴史的なグレンの飛行が始まります。フレンドシップ7を搭載したアトラスロケットは、打ち上げから2分余り後に3基のうち2基のエンジンを分離。残る1基のエンジンで飛行を続けたアトラスは、打ち上げから約5分後にフレンドシップ7を分離しました。この瞬間、ジョン・グレンは地球周回軌道に到達したアメリカ初の宇宙飛行士となったのです。地球を周回しているあいだ、グレンは宇宙船の姿勢を手動で制御しつつ、無重力状態の船内における自身の調子や船外の様子、システムの状態などを地上に報告。ロケットから分離された直後には宇宙からフロリダ半島も撮影しました。また、飛行中唯一の食事であるチューブ入りのアップルソースを摂りつつ、消化を調べる実験の一環としてキシリトールの錠剤を服用しています。



【▲ 打ち上げ直後にグレンが撮影したフロリダ半島 (Credit: NASA)】

【▲ フレンドシップ7の内部を覗き込むケネディ大統領（当時）とグレン飛行士 (Credit: NASA)】

【▲ ニューヨーク市におけるパレードの様子 (Credit: NASA)】

【▲ 1998年に実施されたSTS-95ミッションのクルー7名 (Credit: NASA)】

【▲ STS-95ミッションに向けた飛行訓練に臨むジョン・グレン (Credit: NASA)】

グレンを乗せたフレンドシップ7は地球を3周後、3つのエンジンが組み込まれた逆噴射装置を使って減速し、

大気圏に再突入しました。実はこの時ケープカナベラルの管制センターでは、着水時の衝撃を和らげるためのエアバッグがすでに展開している可能性が疑われていました。エアバッグの展開を示す信号が誤って送られていたことが飛行後に判明しますが、もしもエアバッグが展開されていた場合、宇宙船を大気圏再突入時の高温から保護する耐熱シールドが本来の位置から外れてしまう恐れがあったのです。そのため、本来であれば大気圏再突入前に切り離される逆噴射装置を、フレンドシップ7では切り離さないままにしておくことになりました。逆噴射装置は3つのストラップ（金具）を介して固定されており、宇宙船本体とともに耐熱シールドを挟み込むような位置に取り付けられています。逆噴射装置をあえて切り離さないことで、耐熱シールドが外れるのを防ぐことを期待しての判断でした。実際には耐熱シールドに問題はなく、フレンドシップ7はアメリカ東部標準時同日14時43分、打ち上げから4時間55分23秒後にケープカナベラル南東約1300kmの大西洋上（タークス・カイコス諸島グランドターク島の近く）へ無事着水。グレンはアメリカ海軍の駆逐艦「ノア」へ収容された後、ヘリコプターで空母「ランドルフ」に移乗して健康診断を受けました。グランドターク島に上陸したグレンが就寝したのは、20日の朝に目覚めてから23時間以上が経ってからのことだったといいます。グランドターク島にはマーキュリー・セブンの仲間やリンドン・B・ジョンソン副大統領（当時）が到着。帰国後もジョン・F・ケネディ大統領（当時）との面会やアメリカ各地でのパレードなど、グレンは忙しい日々を過ごします。その後、グレンは1964年にNASAを離れ、1974年から1999年までオハイオ州選出のアメリカ合衆国上院議員を務めました。いっぽう、グレンが搭乗したフレンドシップ7は回収後に20か国以上を巡回。翌1963年2月にグレンが身に着けていた宇宙服などと一緒にスミソニアン協会に譲渡され、現在は同協会の国立航空宇宙博物館に展示されています。なお、ジョン・グレンは2016年12月に95歳で亡くなりましたが、彼の宇宙飛行はマーキュリー計画の1回では終わりませんでした。1998年10月から11月にかけて実施されたスペースシャトル「ディスカバリー」によるSTS-95ミッションに、グレンは宇宙開発事業団（当時）の向井千秋宇宙飛行士らとともに参加しています。STS-95ミッション当時のグレンは77歳。近年ではブルー・オリジンの「ニュー・シェパード」によるサブオービタル飛行でクルーの最年長記録が更新されていますが（ウィリアム・シャトナーさんの90歳）、地球周回軌道飛行を行ったクルーの最年長記録は今も更新されていません。

関連：[マーキュリーからアポロまで支え続けた女性数学者 NASAが102年の生涯と貢献を振り返る](#)

Source Image Credit: NASA

[NASA](#) - 60 Years Ago: John Glenn, the First American to Orbit the Earth aboard Friendship 7 文／松村武宏

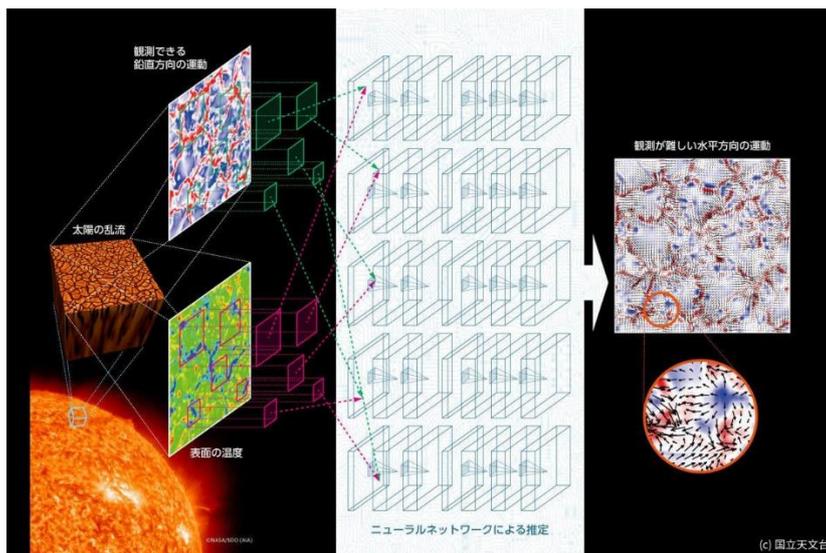
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220227-2280561/>

太陽表面の水平方向の乱流構造を推定する新手法、国立天文台などが開発に成功

2022/02/27 07:47 著者：波留久泉

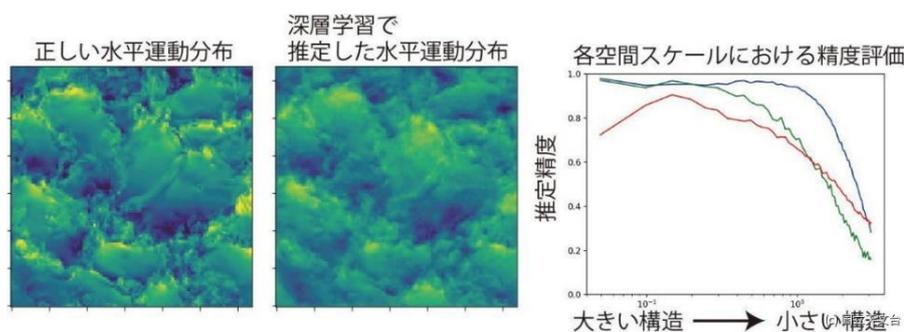
国立天文台(NAOJ)、核融合科学研究所(NIFS)、総合研究大学院大学(総研大)の3者は2月25日、太陽表面の画像データから通常は観測が困難な水平方向の乱流運動の推定を可能にする新たな深層学習(ディープラーニング)モデルを構築することに成功したと発表した。同成果は、総研大 物理科学研究科 天文科学専攻 石川遼太郎大学院生(NAOJにも所属)、NIFS ヘリカル研究部の仲田資季准教授、NAOJ 太陽観測科学プロジェクトの勝川行雄准教授、愛知教育大学 自然科学系 理科教育講座の政田洋平准教授、独・マックス・プランク太陽系研究所のティノ・L・リースミュラー氏らの国際共同研究チームによるもの。[詳細は、欧州の天文学と天体物理学を扱う学術誌「Astronomy & Astrophysics」に掲載された。](#) 太陽表面からおおよそ10kmの深さまでは対流層と呼ばれ、中心部から発せられたエネルギーが対流によって表面へと運ばれている。そのため、太陽表面は沸き立つ熱水を上から眺めたような、場所ごとに異なる速度を持った、激しい3次元的な乱流が至る所で常時発生している。太陽表面で、こうした複雑な対流が作る模様は「粒状斑」と呼ばれている。太陽表面の乱流は磁場を増幅したり磁場を揺らしたりすることで、太陽の外層にあるコロナへ加熱エネルギーを供給する役割を担っていると考えられ

ているが、まだ不明な部分もあり、そのメカニズムの解明を目指した研究が日々続けられている。そこで重要となるのが、乱流の速度とその空間分布だとされる。そのうち、太陽表面から内部への鉛直方向の運動は、一見すると観測が難しそうに思われるが、実はドップラー効果を使うことで測定が可能とされている。その反対に、水平方向は太陽表面の運動なので観察が容易そうだが、精度の高い直接的な測定をすることができないという課題を抱えている。水平方向の運動は、これまで相関追跡法が用いられてきた。しかし、粒状斑の大きさ(約 1000km)と同程度以上の空間スケールを持った対流運動の推定に限定されていたという。また、近年は深層学習技術を活用した水平運動の推定も試みられてきたが、推定精度に限界があり、その原因がよく理解されていなかった。しかし研究チームは今回、そのうまくいってなかった深層学習技術を改めて活用し、新たな推定技術の開発を試みることにしたという。具体的には、太陽の熱対流を模擬する数値シミュレーションを用いて、多様な乱流データの生成を実施。それらを用いて、観測可能な鉛直方向の運動と表面温度の分布という 2 種類の観測データから、水平方向の運動との相関関係について深層学習を行うという手法を用いたところ、観測可能な情報から、観測が困難な水平方向の運動を高速で推定する新手法が実現したという。



今回の研究の概念図。観測できる鉛直方向の運動と表面温度から、観測が難しい水平方向の運動を深層学習技術で高速に推定する (c) 国立天文台 (出所:国立天文台 科学衛星「ひので」Web サイト)

さらに、空間スケールごとに推定精度を分析する手法も開発され、対流の典型的な大きさの構造よりも小さな乱流の構造が、水平方向の運動の推定精度を制限していることも判明したとのことで、今後この手法をさらに改良する手掛かりを得ることもできたとしている。



(左・中央)数値シミュレーションによる正しい水平運動と、深層学習によって推定された水平運動。明るい部分と暗い部分はそれぞれ画面上向きと下向きの流れに対応。(右)空間スケールごとの推定精度。線の色の違いは、特徴が異なる乱流の水平運動に対する推定精度を示す (c) 国立天文台 (出所:国立天文台 科学衛星「ひので」Web サイト) なお、今回の研究における乱流の構造推定は、太陽研究のみならず、プラズマ物理・核融合科学分野や流体理工学分野など、複雑な流れを対象とした研究に広く共通する課題であると研究チームでは説明しており、今回開発された深層学習モデルを、核融合プラズマ中の乱流のゆらぎを推定する研究へ応用するための新たな展

開も進めていくとしている。

https://news.mynavi.jp/techplus/article/dokodemo_science-227/

2022 年の宇宙どうでしょう？(3-6 月編) 2022/02/23 07:00 著者：東明六郎

目次 [3月～6月 ぶっち明るい金星が、夜明け前の空に輝く](#)
[5月1日\(日\)夜明け前の木星との接近は見もの！ 3月下旬も楽しい](#)
[4末～連休、6月22日ごろ 超難関の水星も、見るチャンス多し！](#)
[5月27日\(金\)。白昼の空、金星と月が超接近\(鹿児島南部以南で金星食\)](#)
[4月18日\(月\)～4月24日\(日\)前後は、恒例の科学技術週間！ オンラインも](#)
[5月29日 天文宇宙検定 締め切りは4月14\(団体\)におよび21日\(個人\)](#)
[宇宙開発はどうなってるの？](#)

宇宙、それは神秘で未知な世界です。一方、何年も先の日食が秒単位で予測できたり、人間の一生を遙かに超える億年単位の天体の寿命を推定できたりします。ということで、予測が秒単位でできることから、ど一なるかわからんことまで「素人でも手軽に観察または参加できる」宇宙に関わるあれこれを、サクッと紹介する恒例の「宇宙、どうでしょう」。2022年3～6月の分をば。なお、天文現象を一年分紹介している年鑑の類が、毎年刊行されています。この[連載の第223回に紹介](#)がございますのでご参照くださいませー。

[3月～6月 ぶっち明るい金星が、夜明け前の空に輝く](#)

星として一番明るく見えるのは、金星です。その明るさは最大で夏の大三角のベガとしても知られる織姫星の100倍です。こないだまでは80倍でした。今年2022年から国立天文台が発表するための計算方法をあらためたら100倍になったのです。 参考:[国立天文台 暦象年表の改訂について \(2022\)](#)

さて、そのぶっち明るい金星が、今年は夏過ぎまで夜明け前の空に輝きます。特によいのが2月～6月でございます。日の出1時間で空が白んでいても楽勝に見えますので、3～6月についてその時間での見える位置を示しますねー(東京基準)。まあ、夜明け前の東の空のぶっち明るい星＝金星。で間違いはないです。

あ、日の出の時刻ですが東京では次の表のとおり。

日付	3/1	3/15	4/1	4/15	5/1	5/15	6/1	6/15	7/1
時刻	6:12	5:52	5:28	5:09	4:50	4:36	4:27	4:25	4:29

表.東京の日の出時刻

各地は国立天文台の[Web サイト](#)でサクッと計算できますよー。し、しかし5月には日の出5時前か。さっきの図は4時前ってことすな。見るのは簡単ですが、ねむそう。

[5月1日\(日\)夜明け前の木星との接近は見もの！ 3月下旬も楽しい](#)

先ほどの金星の場所の図には、他の惑星も載せました。すると、3月は火星とよりそい、3月末には土星もよってくるのがわかります。惑星は iPhone 11 以降ならば、楽勝で手持ちで撮影できますので、朝早起きをして、定点撮影するのもちょっと楽しいですな。そして、5月1日には木星と金星が接近します。これは見もの！！双眼鏡の視野でもおもいきり接近します。ガチ勢の天文ファンだとタイムラプスで望遠鏡写真を撮るとか、いろいろやるでしょうけど。ライト勢としては、できればがんばって早起き！ あとはガチ勢の写真とかを楽しむってところすなー。

[4末～連休、6月22日ごろ 超難関の水星も、見るチャンス多し！](#)

太陽系第一惑星の水星は、太陽の近くにあるため、日の入り直後か日の出直前に、しかも地平線近くでしか見ることができません。太陽系の姿を「地動説」として提唱した(その図にはもちろん水星が書いてある)[科学者コペルニクスも水星は自分の目では見たことがなかったという逸話もあるくらいです](#)。

が、その水星、実は結構明るい星で、タイミングさえうまければ見られます。そういうチャンスがこの3～6月

は何度かあります。まず、最初のチャンスは今！ で、夜明け前 30 分ころに見えます。が、一番良かったのが 2 月の 10 日ごろだったので除外。で、次は大型連休前後の夕方です。図は下の通り。西が開けているのが条件になりますが、百貨店の屋上とかからでも行ける場所あるかもー。



図.夜明け前 1 時間で金星が見える方向。10 日ごとの位置。まあ東
図はいずれも、[アストロアーツ社](#)の PC ソフトステラナビゲータによります。

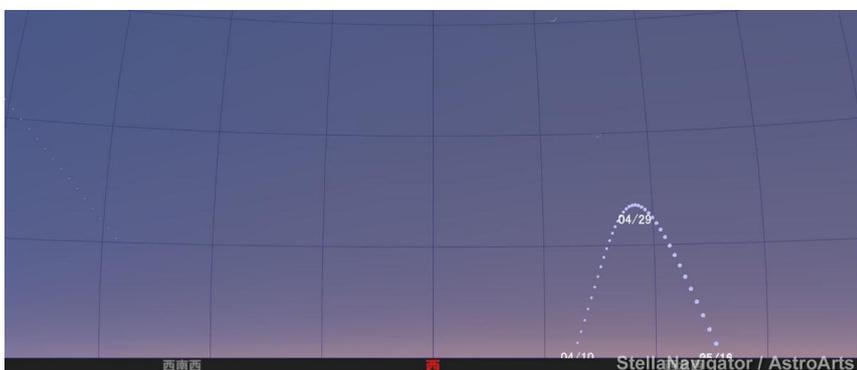


図.水星がまだ見やすい時期の水星の位置。4 月 29 日前後日の入り後 30 分の位置。1 日ごとで、左が早い日、右が遅い日です。連休のころはほぼ同じ位置ですな。一方、明け方では 6 月 22 日の前後。夏至のころですな

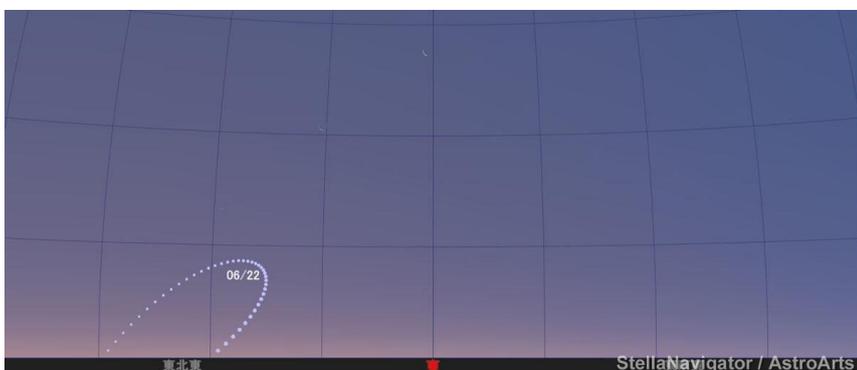


図.水星が見やすい時期は 6 月 22 日前後の日の出前 30 分。1 日ごとの位置

水星は「見た！」というのがポイントで地味といえば地味ですが、太陽系の主要な星をコンプするには欠かせないチェックポイントですので、よろしければチャレンジしてください。私、昔、山道で日が暮れるときに偶然水星を見たことがあり、空気が澄んでいることもあり意外な明るさにびっくりしたことがあります。見えればよく見えるのよ。水星。

5 月 27 日(金)。白昼の空、金星と月が超接近(鹿児島南部以南で金星食)

月が金星を隠す金星食。なかなか印象深い光景なのですが、今年は 5 月 27 日にあります。ただし、白昼！ 1 時

30分ごろ。望遠鏡を使わないとわかりません。[観察会を予定している施設もある](#)ようですので、鹿児島あたりにお住まいの方、ご予約の方は、予定がうまくあえばチャレンジも。

4月18日(月)~4月24日(日)前後は、恒例の科学技術週間！ オンラインも

全国の研究所の特別公開があったり、科学博物館でイベントがあったり、科学的なポスターの配布があったりする科学技術週間。[今年は事業が募集中ですが](#)、例年通り実施されるようです。まあ、コロナ禍も続いているので「新型コロナウイルス感染症の状況や地域の実情に応じて、インターネットを活用した取組も含め」とありますな。いまのところ詳しい情報は発表されていませんが、ネット講演会などは、結構おもしろいです。23、24日の土日に例年集中するので、予定をあけておくと楽しめますぞ。

5月29日 天文宇宙検定 締め切りは4月14日(団体)および21日(個人)

秋じゃねーのと思っていたら、年2回実施なんだそうです。まわりに結構[検定](#)受けている人がいて、力試しにちょうどいいのかしらね。会場が釧路・郡山・小松・東京・松本・名古屋・京都・岡山・高知・鹿児島となっていて、特に釧路や郡山、高知などは、いままで受けにくかった人にも朗報ではないかなと思いますね。

なお、試しに1級と2級の[問題](#)を解いてみたことがあります。4択でまぐれで取れるのをのぞいて、60点くらいかなというところ。合格かは微妙ですな。勉強しないと！1級は2級合格者のみを受けられるのだそうですが、2級とはえらい差があります。天文学の大学くらいのしっかりした知識と周辺の雑学を色々知らないと解けませんな。2級まではテキストをさらっとけば大丈夫っぽいぞ。

宇宙開発はどうなってるの？おなじみ [SpaceFlight Now](#) から拾ってみましょう。

3月1日(現地時間)にアメリカの気象衛星 GOES-T の打ち上げ

前回の[宇宙どうでしょう](#)でも滑り込ませましたが、スケジュールまだ変更になってません。いけそうですな。なにしろ、何回かの打ち上げ延期を経てのことですが、新世代静止気象衛星の3機目で、GOES18という名前に変わる予定。GOES16と2機で、アフリカ~ニュージーランドまでのインド洋を中心にカバーします。ちなみに大西洋からアメリカ本土は、GOES17がカバー。東太平洋は日本の気象衛星ひまわりがカバーしておりますな。かつて日本のひまわりが打ち上げられなかったときにGOES5が太平洋上空に移動してカバーしてくれたことがあります。静止軌道の気象衛星は、世界的なインフラですので(日本だって、海外旅行だけでなく、アラブからの石油やヨーロッパとの貿易など国際航路での物流などにすごくお世話になっている)新鋭機が無事打ち上がるのを祈りましょう。

SpaceX の大型有人宇宙機スターシップのテスト 時期は未定ですが、3~4月に「空飛ぶイカめし」ことスターシップの軌道フライトテストが行われる見込みです。前澤さんが月旅行するときの乗り物で、イーロン・マスクが「火星に行くんじゃ！」と言っているやつですな。

3月18日 ソユーズで3人が国際宇宙ステーションに

3名のロシア人飛行士を乗せて国際宇宙ステーションに向かいます。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ます。ロシアはいま緊張が高まっていますが、緩和して平和裏に宇宙開発に向かってほしいと願わずにいられませんね。

3月30日 クルードラゴン、Axiom 社による貸し切りミッション

2月打ち上げが遅れているやつです。以前、[内容に触れています](#)のでごらんくださいませ。

4月5~6日 ソユーズにより赤道ギニアからヨーロッパの GPS ことガリレオが打ち上げ

欧州版のGPS衛星(GNSS)がソユーズロケットで赤道ギニアの欧州基地から打ち上げです。ロシアとヨーロッパは宇宙ではこういう協調しているのですよ。したたかですな。

4月中 アメリカ月宇宙船アルテミスのテストをするのだそうです。着々ですな。

4月15日 クルー・ドラゴン打ち上げ

アメリカ2人、欧州1人の宇宙飛行士を国際宇宙ステーションに運びます。

5月20日 米ボーイングの商用有人宇宙船 CST-100 スターライナーの2回目の無人テスト 有人のテストは今

<https://www.asahi.com/articles/ASQ2P72WWQ2PIIPE00F.html>

人工衛星ロケット射場本格着工へ 大樹町新年度予算

中沢滋人 2022年2月22日 11時00分



2023年度までの完成をめざすロケット発射場のイメージ図。ISTが

[現在使用する発射場（右側の白い半円形の施設）の隣に整備される予定だ=スペースコタン提供](#)

商業ロケット発射場などを備えた「スペースポート」（宇宙港）構想を掲げる北海道大樹町は21日、新しいロケット発射場整備費6億7500万円を盛り込んだ新年度当初予算案を発表した。同町のロケットベンチャー「インターステラテクノロジズ（IST）」が開発中の超小型人工衛星打ち上げロケット「ZERO」の打ち上げに使われる予定だ。新しい射場は、ISTが現在使用する発射場の近くに整備し、総事業費は十数億円と試算する。新年度予算に計上されたうち、半額の約3億3700万円を企業版ふるさと納税を原資にした基金から、残り半額を国の地方創生拠点整備交付金を財源とする。新年度で発射場の詳細設計を実施し、年度内に着工する。23年度中の完成をめざす。町によると、今年度の企業版ふるさと納税額はすでに、目標の5億円を上回る計6億2350万円（68社）にのぼる。このほか宇宙関連事業に、宇宙サミット第2弾の開催費約520万円▽展示会・催事などでのPR活動事業費約2500万円▽観光ツアーづくりのため旅行会社から人材の派遣を受けたり、宇宙港に関心のある地域おこし協力隊員1人を採用したりする事業費約2250万円を計上した。

酒森正人町長は「企業版ふるさと納税に予想を上回る多くの企業から支援をいただいた。いよいよ宇宙港実現に向けて動き出したという思いだ」と述べた。（中沢滋人）

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220221-2277674/>

JAXA、従来の星形成理論で説明不能の水素再結合線の値を複数の銀河において観測

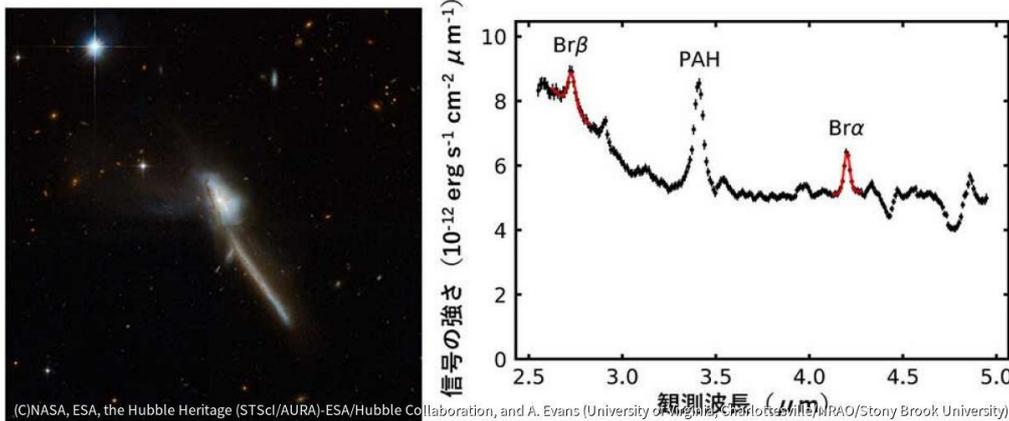
2022/02/21 21:40 著者：波留久泉

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は2月18日、赤外線天文衛星「あかり」によって取得された星の形成活動を探るために重要な情報である水素原子の再結合スペクトル線(水素再結合線)が、「超高光度赤外線銀河」において従来の理論では説明できない異常な値を示すことを発見したと発表した。

同成果は、JAXA 宇宙科学研究所(ISAS) 宇宙物理学研究系の中川貴雄教授らの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。](#)

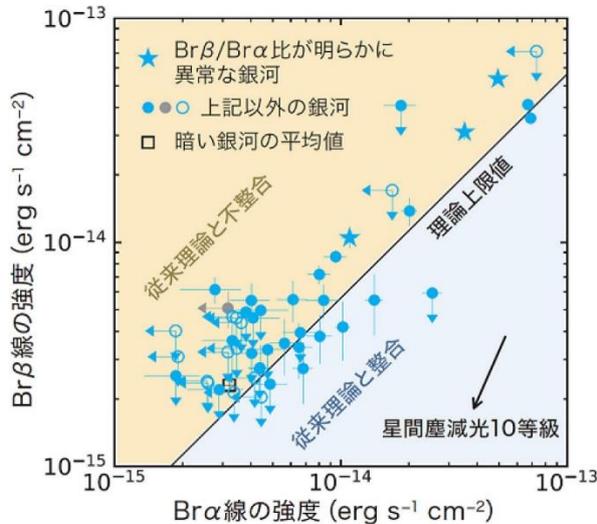
天文学の大きな課題の1つに、銀河における星形成活動を探ることがある。星形成活動を調べる際の基本ツールとして用いられているのが、電離した水素イオンが、電子と再結合する際に放出する一連のスペクトル線である水素再結合線であり、中でもH α 線などの可視光域における水素再結合線は観測の容易さもあり、幅広く用いられてきた。今回の研究では、爆発的な星形成活動が起きていると考えられている超高光度赤外線銀河を観測対象としたが、可視光域の水素再結合線は、星間塵による減光(星間減光)の影響を受けやすいという欠点を抱えており、今回の観測でも可視光域の水素再結合線では、星形成活動の真の姿を観測することはできていなかったとい

う。そこで研究チームは、JAXA が 2006 年 2 月に打上げ、2011 年 11 月に運用を終了した赤外線天文衛星「あかり」が取得した観測データを活用することとし、星間減光の影響を受けにくい赤外域の水素再結合線「Br α 」(波長 4.05 μm)および「Br β 」(波長 2.63 μm)を用いて、超高光度赤外線銀河における星形成の真の姿をとらえることを試みたという。その結果、従来は水素再結合線の強度比を予測する従来の理論「ケース B」では、2 本の再結合線の強度比(Br β /Br α 線比)が、0.565 よりも小さな値になると予測されてきたが、実際に「あかり」が観測した超高光度赤外線銀河のいくつかは、その比が 1 程度と、理論値を大きく上回る異常値として示されたという。



(左)水素再結合線の異常比が観測された高光度赤外線銀河の 1 つ「Mrk 273」のハッブル宇宙望遠鏡によるイメージ、(右)「あかり」が観測した Mrk273 のスペクトル。理論的には、Br β 線は、Br α 線の約半分以下の強度になるはずであるが、この例では両者がほぼ同じ強度で検出されている。中央の輝線「PAH」は、多環芳香族炭化水素によるものであり、やはり星形成の指標となる (左)(C)NASA, ESA, the Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration, and A. Evans (University of Virginia, Charlottesville/NRAO/Stony Brook University) (出所:JAXA Web サイト)

このことから、研究チームではケース B 理論を導くために従来から常識として用いられてきた仮定が、実は超高光度赤外線銀河には適用できないのではないかと疑問を持つことになったという。従来は、水素原子が放出する Br α 、Br β 線は、ほかの水素原子に吸収されることなく、地球まで届くと考えられていたが、超高光度赤外線銀河には大量の水素ガスが存在するため、銀河の中心近くにある水素原子から放出された Br α 線は、銀河の表面近くにある別の水素原子に吸収されてしまい、必ずしも地球までは到達しないのではないかと推測されたとする。



「あかり」により観測された水素再結合線の強度。星印(★)で示された 3 つの銀河の結果は、観測誤差を考慮しても、理論上限値(Br β /Br α 比が 0.565)の線よりも明らかに左上にあり、ほかの多くの銀河の観測結果も同様の傾向を示していることがわかった。これらの観測結果は、従来の理論(ケース B)では説明することができない異常強度比を示している (出所:JAXA Web サイト)

この考えについて、理論モデル計算により詳しく調べられた結果、超高光度赤外線銀河の水素ガス雲の環境が、

天の川銀河の典型的な環境よりも、1000倍以上高密度であれば、「あかり」の観測データの異常に大きな Br β /Bra 線強度比を説明できることが判明したという。なお、超高光度赤外線銀河において、何が爆発的な星形成活動を引き起こしているかは明らかにはなっていないが、「あかり」の観測結果によれば、星形成の材料である水素ガス雲が、超高光度赤外線銀河では、天の川銀河よりもはるかに高密度であることが示されたことになることから、研究チームでは、これが爆発的な星形成活動につながった可能性が示唆されるとしている。

そのため研究チームでは今後、打ち上げられたばかりの NASA のジェームス・ウェッブ宇宙望遠鏡を用いて、この結果のフォローアップ観測を行うことを予定しているとしている。

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/02/post-98126.php>

長期宇宙飛行に適応してヒトの脳が「再接続」される

2022年2月22日（火）20時04分 [松岡由希子](#)



ニュータイプ誕生？ NiseriN-iStock

<長期宇宙飛行後、脳内の白質路で有意な微細構造変化がみられることが明らかとなった.....>

ヒトの脳は生涯にわたって構造や機能を変化させ、適応する。長期宇宙飛行後、脳内で起こった構造的な接続の変化を分析したところ、いくつかの白質路で有意な微細構造変化がみられることが明らかとなった。

その研究成果は、2022年2月18日、オープンアクセスジャーナル「[フロンティア・イン・ニューラルサーキット](#)」で発表されている。

地球への帰還から7カ月後も、まだ脳の変化がみられた

ベルギーのアントワープ大学、欧州宇宙機関（ESA）、ロシアの国営宇宙公社ロスコスモスらの共同研究チームは、国際宇宙ステーション（ISS）で長期滞在ミッションに従事したロスコスモスの男性宇宙飛行士12人を対象に、宇宙飛行前と帰還後の脳を拡張MRI（dMRI）で撮影した。宇宙滞在期間は平均172日で、脳画像は宇宙飛行の平均89日前と帰還後平均10日後に撮影され、うち8人は帰還から平均230日後にも脳を撮影した。これらの画像をもとに、脳イメージング技術「ファイバートラクトグラフィ（FT）」を用い、宇宙飛行後の脳構造変化を深部の白質路レベルで調べた。白質とは、灰白質と身体の間や灰白質の様々な領域間のコミュニケーションを担う「伝達経路」だ。その結果、左右の脳半球を結ぶ神経線維の集合体「脳梁」、側頭頭頂接合部の後部と脳の前頭皮質を結ぶ「弓状束」、大脳皮質から脊髄に至る神経経路「皮質脊髄路」、大脳皮質下の「皮質線条体路」など、複数の白質路で有意な微細構造変化が見つかった。また、地球への帰還から7カ月後も、これらの変化がまだみられた。「いわば脳が再接続されたことを示すものだ」研究論文の筆頭著者で米ドレクセル大学のアレクセイ・ドロシン氏は「脳のいくつかの運動野の間の神経接続に変化があった。運動野は運動の指令を出す脳の中核だ。無重力状態では、宇宙飛行士は移動の仕方を適応させる必要がある」と解説。一連の研究成果について「いわば脳が再接続されたことを示すものだ」と評価している。また、研究論文の責任著者でアントワープ大学の[フロリス・ヴェッツ教授](#)は「これまでの研究により、宇宙飛行後に運動野で適応の兆候がみられることはわかってきた。今回の研究では、領域間の接続レベルにも反映されていることが初めて示された」と述べている。

有人宇宙探査が推進されるなか、宇宙飛行がヒトの脳にもたらす影響を解明することは重要だ。今回の研究結果は、人間の宇宙探査での脳の変化の全容を解明するうえで礎のひとつとなるだろう。

<https://www.gizmodo.jp/2022/02/jwst-interstellar-object.html>

ウェブ宇宙望遠鏡、次の恒星間天体を観測できるかも 2022.02.21 21:00



すでに太陽系を離脱した恒星間天体『オウムアムア』の、アーティストによるイメージ図

深宇宙からやってきて 2019 年に太陽系を通過していった彗星『2I/ボリスフ』 Image: NASA, ESA, and D. Jewitt (UCLA)

現在、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) は初観測に向けて準備を続けていますが、リサーチャーたちは太陽系を通過する天体を観測するチャンスも楽しみにしているようです。

開発コスト 100 億ドルの JWST は、宇宙の歴史のあらゆるフェーズを研究する役割を担う赤外線観測用宇宙望遠鏡です。銀河の進化や星のゆりかご、系外惑星を観測し、宇宙誕生に近い 135 億年以上前をさかのぼることができます。さらには、不意に近くに現れる遠方からの天体も観測します。

北アリゾナ大学の惑星学者 Cristina Thomas 氏は、NASA のリリースの中で「ウェブでなら、はるかに弱い等級や明るさで実に興味深い科学を行えます」と述べていました。「今まで、この領域の赤外線では恒星間天体を観測することはできませんでした。(赤外線観測は) 私たちが興味を持っているさまざまな組成の特徴に対して、多くのチャンスを生み出します」とのこと。これまで人類は 2017 年のオウムアムアと 2019 年のボリスフと、すでに 2 つの恒星間天体を観測しています。ボリスフは核が 3200 フィート (約 1 キロメートル) と推定されており、時速 11 万マイル (約 17 万キロメートル) で飛んでいきました。オウムアムアの分類を巡っては、葉巻のような形状という珍しさから論争を呼びました。エイリアンの宇宙船だと提案する者まで現れたのです。

おそらく結論として可能性が高いのは昨年 [Journal of Geophysical Research](#) に掲載された、5 億年近く前に離れた恒星系から弾き出された系外惑星の一部だったとする論文でしょう。しかし、ボリスフとオウムアムアは現れては去っていったため、NASA の研究者たちは JWST が未来の太陽系来訪者をどう観測するのか期待を寄せています。NASA のゴダード宇宙飛行センターの天体物理学者 Martin Cordiner 氏はリリースでこう述べていました。「ウェブの最上級の精度とパワーは、このような恒星間天体の化学組成を調べ、その性質について詳しく知るための、これまでにない機会を与えてくれます。恒星間天体がどこから来て、どのように誕生したのか。そして故郷の星系の状況などといったことについてです」また別の恒星間天体が現れたら、研究者たちは JWST の分光学機器を使って発するガスや塵の化学組成を研究できます。天体の化学組成を知れば、その故郷の星系について何か分かる可能性があります。しかし、そういった観測は恒星間天体が存在してこそ。JWST はあと数カ月は準備に費やしますから、今のタイミングで飛来しているわけではなくて良かったですね。今月はミラーの位置合わせを行っていて、初めて光を検知したばかり。NASA は 6 月に観測を始める予定です。Source: [NASA](#),

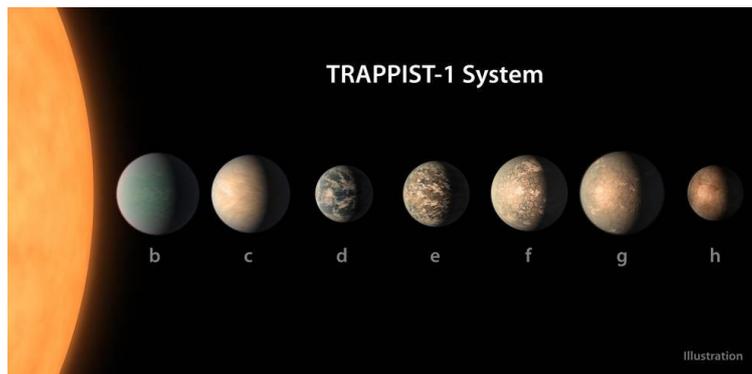
<https://www.sed.co.jp/contents/news-list/2022/02/0225-2.html>

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡はトラピスト 1 を観測予定 最終更新 2022.02.25

みずがめ座宙域の赤色矮星トラピスト 1 (TRAPPIST-1) は、太陽と比較すると暗く低い温度の恒星で、30-80 億年前に構成されたと考えられています。2015 年末に、チリ共和国にある ESA のラシラ観測所 (La Silla Observatory) にある、ベルギーが所有するロボット望遠鏡トラピスト (TRAPPIST) による観測で発見されました。トラピスト 1 は、複数の惑星を持つことがわかっており、そのうち 7 つは、生命の存在し得る位置と温度の範囲にあると推定されるハビタブルゾーンにあたるということが、2017 年 2 月に発表されています。

2017年5月には、ケプラー(Kepler)衛星の観測により、トラピスト1の一番外側にあたるトラピスト1h惑星の軌道について明らかにされています。この5年来の発表で、惑星は岩石質であることや、地球から41光年の距離にあることなどが明らかにされています。

2022年夏までに観測開始を予定しているジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST: James Webb Space Telescope)は、トラピスト1の恒星系を観測する予定で、特にトラピスト1eを重要な観測目的としています。



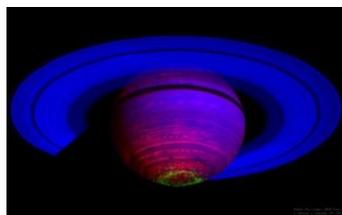
TRAPPIST-1 イメージ図 Credit: NASA

トラピスト1eの大気特性評価をするため、この惑星は、直径だけでなく質量も地球と同程度です。トラピスト1d,e,fは、ガス惑星などで見られる大気特性が見られず、生命の存在する可能性が低いと考えられています。外側に位置する惑星トラピスト1hは、ハビタブルゾーンとしてはかなり寒く、公転周期は19日で、恒星トラピスト1からの距離は、約960万キロメートルです。トラピスト1hが受ける地表での熱量(単位面積当たりの熱量)は、私たちの太陽系であれば木星と火星の間にある準惑星セレス(Ceres:ケレスとも言う)と同程度になります。トラピスト1の周りには惑星が密集していますが、赤色矮星は太陽よりはるかに温度が低だけでなく、大きさも太陽の10%にも満たないため、私たちの太陽系と比較すると、一番内側の惑星の水星の軌道に収まる程度の惑星系の大きさと考えられます。source: [NASA](https://www.nasa.gov)

<https://sorae.info/astrometry/20220220-saturn-extraordinary-aurorae.html>

土星で観測された異常なオーロラは未知の機構によって発生した！？

2022-02-20 [sorae 編集部](#)



【▲土星探査機カッシーニが赤外線波長で撮影した土星。南極域にオーロラが現れている (Credit: NASA, Cassini, VIMS Team, University of Arizona, University of Leicester, JPL, ASI)】

【▲ W.M.ケック天文台のケックI望遠鏡とケックII望遠鏡 (Credit: W.M.ケック天文台)】

レスター大学の研究チームは、ハワイ島マウナケア山にある W.M.ケック天文台での観測結果をもとに、土星で発生する巨大オーロラの発生メカニズムに関する研究結果を発表しました。本研究では、地球など他の惑星とは異なる土星独自のオーロラ発生メカニズムが解明されています。

■長いあいだ謎に包まれていた土星の1日の長さ

土星の自転周期、言い換えれば1日の長さは「10時間33分38秒」とされています。これは土星の「環」の摂動を利用した研究者たちによって2019年に発表されたばかりの値で、それまで土星の正確な自転周期は謎に包まれていました。巨大なガス惑星である土星では地形を目印に利用することができませんし、自転軸と磁軸がほとんど一致しているので、磁場を利用して測定するのも難しいからです。

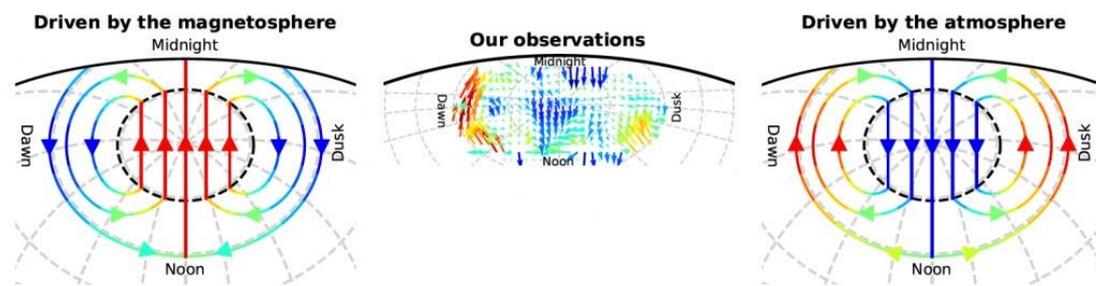
2004年にアメリカ航空宇宙局（NASA）の土星探査機「カッシーニ」が土星へ到着した当時、研究者たちは土星の大気から放射される電波の「パルス」を追跡することによって、土星の「1日」の長さを決定する自転周期の測定を試みました。その結果、1981年に惑星探査機「ボイジャー2号」が観測して以来約20年の間に土星の自転周期が変化していることが判明し、世界の研究者たちは頭を悩ませ始めました。

ガス惑星である土星の内部では、内側と外側で回転速度に差が生じると考えられています。これは、内部の回転速度の差が表面の自転や磁力線などに影響を与える太陽と同様です。このことから、内外の回転速度の差は重要なパラメータだと考えられています。これまで研究者は、土星内部の回転速度は一定であろうと推測してきました。しかしそのいっぽうで、土星内部の回転速度に関連すると思われる電波放射などの周期的特性に時間と共に変化する傾向がみられることが、ここ数十年に渡り研究者から示されてきたといいます。さらに、土星の北半球と南半球には独立した周期的な特徴が見られ、それらが土星の季節とともに変化する様子も観測され始めました。惑星の内部に関する理解に基づけば、惑星の真の回転速度がこれほどスピーディーに変化するとは考えにくいことから、研究者たちは土星で何かユニークで奇妙なことが起こっているのではないかと考え始め、この数十年来の疑問を解決すべく観測が行われました。レスター大学の研究者らは、NASAのジェット推進研究所（JPL）や宇宙航空研究開発機構（JAXA）など様々な機関と共に、W.M.ケック天文台の「ケック望遠鏡」に設置されている近赤外線分光器「NIRSPEC」を用いて、土星の上層大気からの赤外線放射を測定。磁気圏のはるか下にある電離層における風の流れを、2017年に1か月間にわたってマッピングしました。

■地球など他の惑星で見られるオーロラとは異なる発生メカニズムの発見

ケック望遠鏡を用いた1か月間の観測の中で、土星表面で脈動するオーロラが観測されました。すでに知られていた土星の電波オーロラのパルスに今回行われた赤外線放射のマッピングを当てはめたところ、研究チームは土星のオーロラをかなりの割合で再現できる新たな法則を発見しました。

研究チームによると、土星のオーロラは大気中の渦巻きによって生成されることが明らかになりました。観測された電離層の風速は秒速0.3~3kmで、研究チームはこの仕組みが土星の熱圏からもたらされたエネルギーによって駆動していると考えています。加えてこの現象は、これまで観測されてきた土星の自転周期の変化の原因であることも明らかになったといいます。これまで、地球を含む様々な惑星で観測されるオーロラは、電流が磁気圏から惑星の大気に流れ込むことで発生すると理解されており、地球の場合は太陽風に運ばれたプラズマが、木星や土星の場合はそれぞれの衛星から噴出した噴出物がその要因だと考えられてきました。今回の研究は、惑星のオーロラに対する従来の理解を変えうるものとなったのです。



【▲ 土星・極域の大気層における風向を示した簡略図。中央が研究チームによって今回観測された風向（Credit: Nahid Chowdhury/University of Leiceste）】

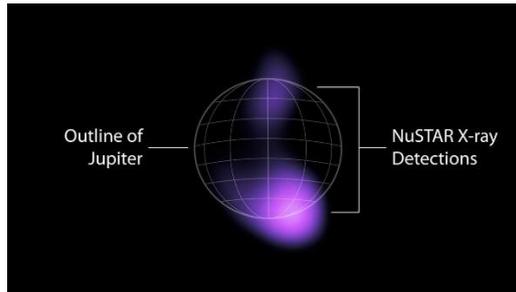
今回の研究を率いたレスター大学物理・天文学科の惑星科学グループのメンバーである Nahid Chowdhury 博士研究員は「今回の研究は、惑星の周期的な自転の変化とオーロラの両方を生み出す大気に働く推進力を初めて検出したことを意味します。惑星研究の分野が抱える長年の疑問の1つに答えを出すことができ、本当にわくわくしています。この結果は、太陽系外惑星でも大気圧の影響がオーロラの発生にどのように影響するかを考え直すきっかけになると思います」とコメントしています。現在、NASAの系外惑星探査衛星「TESS」などによる系外惑星の探査が盛んに行われており、すでに5,000個近い系外惑星が発見されています。加えて、今後は「ジ

ームズ・ウェブ」宇宙望遠鏡（JWST）の活躍により、系外惑星の理解はさらに躍進することが期待されています。太陽系を理解することは系外惑星の理解を深めることにも発展していくと予想されるだけに、今後の惑星研究からも目が離せません。■この記事は、Apple Podcast 科学カテゴリー1 位達成の「[佐々木亮の宇宙ばなし](#)」（[Podcast](#) / [Spotify](#)）で音声解説を視聴することができます。

Source Image Source: NASA, Cassini, VIMS Team, University of Arizona, University of Leicester, JPL, ASI [W.M.ケック天文台](#) - Saturn's High-altitude Winds Generate Extraordinary Aurorae, Study Finds [Chowdhury et al.](#) - Saturn's Weather-Driven Aurorae Modulate Oscillations in the Magnetic Field and Radio Emissions 文／佐々木亮

<https://sorae.info/astromy/20220221-jupiter-nustar.html>

木星からこれまでにない高エネルギーX線を観測 2022-02-21 [飯銅 重幸](#)



【▲NASAの木星探査機ジュノーによって撮影された木星の画像。木星のオーロラはその南極や北極の近くで見られます（Credit: Enhanced image by Kevin M. Gill (CC-BY) based on images provided courtesy of NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS)】

【▲今回観測された高エネルギーX線は、正確な位置は特定できませんでしたが、紫色に着色された木星の両極付近のいずれかからきているといいます（Credit: NASA/JPL-Caltech)】

NASAは2月10日、コロンビア大学の天体物理学者カヤ・モリさん率いる研究チームが、NASAのX線天文衛星NuSTARを使って、木星からこれまでにない高エネルギーX線が放射されていることを確認したと発表しました。太陽系にある地球以外の惑星からこのような高エネルギーX線が観測されたのはこれが初めてだそうです。木星にもオーロラがあります。木星のオーロラは、衛星イオの火山が噴き出す火山ガスに由来する荷電粒子が、磁場によって、加速されながら、南極と北極に集められ、大気と衝突することで発生します。今回観測された高エネルギーX線はこの木星のオーロラから放射されたものです。これまでも、NASAのチャンドラX線観測衛星やESAのXMM-NewtonX線観測衛星などによって、木星のオーロラからくる低エネルギーX線（low-energy X-rays）は観測されてきました。しかし、今回観測されたような高エネルギーX線（high-energy X-rays）は観測されていませんでした。しかし、木星は強大な磁場を持ち、しかも、非常に高速で自転しています。そのため、その磁気圏は、あたかも巨大な粒子加速器のようなもので、そのオーロラからは、高エネルギーX線が放射されているのではないかと予測されてはいましたが、NuSTARによってついにその観測に成功したというわけです。実はNASAなどの太陽探査機ユリシーズも、1992年に木星でスイングバイをした際に、高エネルギーX線の観測に挑戦しましたが、成功しませんでした。研究チームによれば、これは想定されたX線の発生メカニズムと実際のX線の発生メカニズムが異なっていたためだといいます。X線が発生するメカニズムにはいくつかありますが、それぞれ放射されるX線の特徴は異なります。そのため、ユリシーズに搭載されていた観測装置の感度などでは観測することができなかったというわけです。ちなみに、木星のオーロラから放射される高エネルギーX線は高エネルギー電子（マイナスの電荷を帯びています）が原子核（プラスの電荷を帯びています）に引っ張られて減速するときに放射されるX線です。これを制動放射（bremsstrahlung）といいます。そして、このよう

な木星の磁場について研究することで、マグネター、中性子星など強い磁場を持つ謎の天体の謎の解明に迫ることができると考えられています。

Source Image Credit: Enhanced image by Kevin M. Gill (CC-BY) based on images provided courtesy of NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS / NASA/JPL-Caltech [NASA](#) - NASA Telescope Spots Highest-Energy Light Ever Detected From Jupiter 文/飯銅重幸 (はんどうしげゆき)

<https://www.gizmodo.jp/2022/02/small-glass-ball-found-on-the-moon.html>

中国の月面探査機、今度は月の裏側で小さなガラス玉を複数個発見する

2022.02.26 22:00 岡本玄介

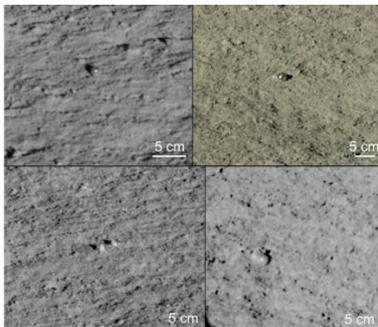


Image: ©Science China Press, CNSA via [EurekAlert!](#)

中は曇っていて半透明なんですって。先日、月の裏側でウサギ型の岩石を見つけた中国の月面探査機「玉兔2号」が、今度は丸いガラス玉を発見しました。

火山噴火と隕石衝突で地表に転がった？サイズは 25mm 前後とのこと。発見場所の近くには比較的新しいクレーターがあるのですが、ガラス玉は昔々に噴火で出来上がり、それが隕石衝突の衝撃で掘り起こされ、その際の熱で球状に固まったのではないかと考えられています。ガラス玉の中には、生成の原因が分かる物質が閉じ込められていると思われるので、何とか地球に持ち帰りたいところです。

月の表側で発見されたことも面白いのは、アポロ16号の任務でも月の表側でもうチョイ大きなガラス玉が見つかったという点。それが裏側にもあるのは大発見なのです。月に植民地を作るなら、ガラスが入手できる可能性も高まります。もしマンガ『Dr.STONE』が現実だったら、「そそるぜこれは！」って言いそうですね。「玉兔2号」の任務期間は3カ月の想定でしたが、今ではそれを超えて延長戦に入っています。まだまだイケそうなら、面白い発見があるかもしれませんね。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/e788b1c46c9697d837ce698b07dc3037124ae6b5>

巨大隕石衝突は北半球の春 白亜紀末、恐竜に打撃 国際チーム

2/24(木) 13:36 配信



[約6600万年前の巨大隕石（いんせき）衝突後、巻き上げられた水や土砂が北米の河川に押し寄せる想像図（スウェーデン・ウプサラ大提供）](#)

約6600万年前の**白亜紀末**に巨大隕石（いんせき）が衝突し、現在のメキシコ・ユカタン半島沿岸に「**チチュルブ・クレーター**」が形成された時期は、北半球の春だったとみられることが分かった。スウェーデン・ウプサラ大などの国際研究チームが、衝突直後に土砂に埋まって死んだチョウザメ類の骨などを分析した成果として発表した。論文は24日、英科学誌ネイチャー電子版に掲載された。白亜紀末は恐竜や翼竜など大量の生物が絶滅したことで知られ、原因は巨大隕石衝突とその後の地球寒冷化と考えられている。研究チームは衝突直後の被害について、春に卵が生まれ、かえるまで時間がかかる恐竜などのダメージが大きかったと指摘。一方、秋だった南半球では、冬眠や巣ごもりで巣穴に入っていた哺乳類などは生き延びやすかったと考えられ、どの種が絶滅したかに季節が影響したとみている。分析対象は2017年に米ノースダコタ州で発掘されたヘラチョウザメの顎の骨やチョウザメの胸びれのとげ。季節による成長速度の違いや、餌の動物プランクトンに由来する炭素同位体比率の変動から、死んだのは春だったと結論付けた。巨大隕石衝突の「爆風」が生息していた河川に及び、巻き上げられた土砂に埋まったとみられる。

<https://www.gizmodo.jp/2022/02/weird-stars-covered-in-burned-up-helium.html>

恒星同士が共食い？ 炭素と酸素に覆われた奇妙な星が発見される

2022.02.24 23:00 Isaac Schultz - Gizmodo US [\[原文\]](#) （山田ちとら）



Image: NASA/JPL-Caltech via Gizmodo US

地球から1万光年以上離れた漆黒の宇宙に浮かぶ、ふたつの稀有な星が発見されました。

あまりにも常識からとっはずれているため、これまで考えられてきた恒星の成り立ちをくつがえすかもしれないそうです。これらの星は、実は中心部分でまだヘリウムガスの核融合が起きているのに、表面が炭素と酸素——ヘリウムガスの核融合の燃えかすで覆われているのです。え、本来逆の構造になるはずでは？

構造が従来とは逆

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society に掲載された[論文](#)によれば、PG1654+322 と PG1528+025 が発見されたのはつい最近のことで、ドイツのチームがアメリカにある[大型双眼望遠鏡](#)と中国の [Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope \(LAMOST\)](#) [サーベイ](#) を使って調べたそうです。どちらの星も表面温度が太陽のおよそ10倍で、密度も非常に高いのが特徴です。さらに特筆すべきは、表層がヘリウムガスが核融合を起こしたあとに作られる炭素と酸素でできていること。これらの星の直径と温度から推察されるに、中心ではまだヘリウムガスが核融合を起しているのにも関わらず、です。

恒星の「たまねぎ構造」

これまでは、恒星がその生涯において核融合を起していくうちに、まずは水素ガスを使い果たして自重に耐えられなくなり、中心部分がつぶれると考えられていました。すると、水素ガスが核融合を起したあとに作られたヘリウムガスが圧縮されて温度が上がり、やがてヘリウムガスの核融合が始まります。

こうやって核融合の燃料を使い果たすたびに水素→ヘリウム→炭素・酸素→酸素・ネオン・マグネシウム...とだんだん重い元素が星の中心で作られていき、最終的には中心に鉄の核ができると考えられていました。これまでは。ところが、PG1654+322 と PG1528+025 に至っては逆です。中心ではヘリウムガスがまだ核融合を起しているのに、外側にその燃えかすであるはずの炭素と酸素が発見されたのですから。当初は白色矮星なので

は？とも考えられたものの、白色矮星が核融合の燃料をすでに使い果たしてしまった星との定義がなされている以上は、これも違うようです。通常、表面が炭素と酸素で構成されている星は、すでにヘリウムガスを使い果たしてしまっていて、白色矮星になる途中だと考えられてきました、と論文の筆頭著者でエバーハルト・カール大学テュービンゲン（ドイツ）の天文学者である Klaus Werner さんは[プレスリリース](#)で説明しています。今回発見された新しい星たちは、その理解をいちじるしく試すものとなりました。星同士が共食い？こんなに変わった星をふたつも見つけてしまったからには、どうやってできたのかが気になりますよね。そこは Werner さんたちも気になったところであり、すでに2本目の論文（同じく Monthly Notices of the Royal Astronomical Society に[掲載](#)）で仮説を展開しています。2本目の論文の筆頭著者である Institute of Astrophysics La Plata（アルゼンチン）の宇宙物理学者、Miller Bertolami さん曰く、Klaus Werner 氏が発見した奇妙な星たちは、ひょっとしたら非常に珍しいタイプの恒星合体が作り出したのかもしれない、とのこと。私たちの論文では、正しい条件下においてなら、炭素と酸素で覆われた白色矮星が同じく炭素と酸素で覆われた白色矮星の連星と融合し、このような星ができる可能性を示しています。Bertolami さんによれば、ふたつの白色矮星が合体する過程で、大きい方がその重力をもって小さい方をズタズタに引き裂いてしまう可能性があるのだそうです。すると、ふたつの星はまんべんなく混ざり合ってひとつの星を形成するのではなく、大きい方の星が小さい方を共食いするようなかたちで合体する、と考えられるそうです。言ってみれば、大きな星が小さな星の中身を食べ尽くしてしまって、小さな星のぬけがらを被ってしまうかんじでしょうか。この仮説は今後もコンピューターモデルを駆使してのテストが続けられ、パラメーターを実際の PG1654+322 と PG1528+025 に近づけてみても果たして有効かどうかを試されるそうです。それにしても星同士が共食いするだなんて…。考えてもみなかった星の死に方。いっそ超新星爆発できれいに吹き飛んだほうがよっぽど爽快だろうと思えるぐらい、陰惨な最期です。

<https://sorae.info/astromy/20220222-cats-paw-nebula.html>

ネコ好きが名付けた？「猫の足星雲」という広大な星形成領域 2022-02-22 [吉田 哲郎](#)



【▲VISTA 望遠鏡が撮影した NGC6334 「猫の足星雲」の赤外線画像（Credit : ESO/J. Emerson/VISTA)】

2月22日は、知る人ぞ知る「猫の日」。

「ニャンニャンニャン」の語呂合わせで1987年に制定されたとのこと。さらに今年は2022年なので、「ニャン」が6つも並ぶことになり「スーパー猫の日」などと呼ばれているようです。猫好きにとっては、猫の足や肉球はたまらなく可愛いものです。そんな猫の足が宇宙にもあることをご存知ですか？

それが冒頭の画像の NGC6334 です。別名「猫の足星雲」。2月22日は日本語の語呂合わせなので、日本でしか通用しない猫の日ですが、この猫の足星雲は、ヨーロッパ南天天文台でも「Cat's Paw Nebula」として紹介されているので、欧米でも通用しているようです。ところで、NGC 6334 の実体はというと、さそり座の方向、地球から約5500光年の距離にある広大な星形成領域で、ガス雲全体の大きさは約50光年。天の川銀河の中で、最も活発に若い大質量星が誕生している場所の一つです。中には太陽の10倍近い質量の星もあり、そのほとんどがここ数百万年の間に誕生したものだとのこと。画像は、チリのパラナル天文台に設置された VISTA 望遠鏡によって撮影された赤外線画像です。ただ、この画像が猫の足に見えるかと言われると、微妙かもしれません。でも、猫の足星雲と名付けた人はきっと無類の猫好きだったにちがいません。星雲が猫の足に見えるのです

から。関連：[46 億光年離れた宇宙でニヤリと笑う「猫」の正体](#) Source Image Credit: ESO/J. Emerson/VISTA
[ESO](#) - VISTA's infrared view of the Cat's Paw Nebula* 文／吉田哲郎

<https://sorae.info/astromy/20220222-arp298.html>

ハッブル宇宙望遠鏡が撮影、「ペガサス座”の相互作用銀河「Arp 298」



2022-02-22 [松村武宏](#)

【▲ 相互作用銀河「Arp 298」(Credit: ESA/Hubble & NASA, A. Evans, R. Chandar)】

こちらは「ペガサス座」の方向およそ 2 億光年先にある銀河「NGC 7469」と「IC 5283」の姿。画像に向かって左下が NGC 7469、右上が IC 5283 です。1966 年に天文学者のホルトン・アープがまとめた特異銀河（特異な形態を持つ銀河）のカタログ「アープ・アトラス」では、2 つ合わせて「Arp 298」として収録されています。2 つの銀河は重力を介して互いに影響を及ぼし合っている相互作用銀河とされています。欧州宇宙機関（ESA）によると、このうち棒渦巻銀河の NGC 7469 はセイファート 1 型の活動銀河に分類されています。中心部分には活動の原動力となる超大質量ブラックホールが存在しているとみられており、その周囲では幾つもの星団によって描き出された明るいリングが輝いています。

関連：[超大質量ブラックホールを隠すリング構造。M77 の観測結果が活動銀河核の理論を裏付け](#)

この画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡に搭載されている「広視野カメラ 3 (WFC3)」および「掃天観測用高性能カメラ (ACS)」による紫外線・可視光線・赤外線観測データをもとに作成されました。ハッブル宇宙望遠鏡の観測は世界中の研究者からの提案を受けて実施されており、ESA によればこの画像には 3 つの異なる提案にもとづく観測データが用いられています。ESA によると、ハッブル宇宙望遠鏡に対する観測提案は年に 1 回集められて評価を受けますが、すべての提案が採択されるわけではありません。科学的なメリットや実現可能性を判断する厳しいプロセスを通過する観測提案は、毎年 20 パーセント未満とのことです。冒頭の画像は ESA からハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚として 2022 年 2 月 21 日付で公開されています。

関連：[合体が進行する 3 つの銀河。宇宙と地上から撮影した相互作用銀河「IC 2431」](#)

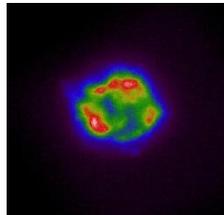
Source Image Credit: ESA/Hubble & NASA, A. Evans, R. Chandar

[ESA/Hubble](#) - Hubble Captures a Peculiar Galactic Pair 文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20220223-ixpe-xray.html>

X 線偏光を捉える観測衛星「IXPE」が初の科学観測を実施！ NASA が画像公開

2022-02-23 [松村武宏](#)



【▲ X 線で観測された超新星残骸「カシオペア座 A」。青はチャンドラ、マゼンタは IXPE の観測データを示す

(Credit: NASA/CXC/SAO/IXPE)】

【▲ IXPE を搭載したスペース X の「ファルコン 9」ロケットの打ち上げ (Credit: NASA/Joel Kowsky)】

【▲ IXPE が観測したカシオペヤ座 A。色は X 線の強度に対応 (紫や青から赤や白になるにつれて強くなる)。

2022 年 1 月 11 日～18 日にかけて取得された (Credit: NASA)】

【▲ X 線偏光観測衛星「IXPE」の想像図 (Credit: NASA)】

こちらは「カシオペヤ座」の方向およそ 1 万 1000 光年先にある超新星残骸「カシオペヤ座 A」(Cassiopeia A) を X 線で観測した画像 (疑似カラー) です。カシオペヤ座は北極星を探す時の目安になる W 字型をしたおなじみの星座なので、ご存じの方も多いでしょう。超新星残骸とは重い恒星が超新星爆発を起こした後に観測される天体のことで、衝撃波に加熱されたガスが可視光線や X 線などで輝いています。画像には 1999 年 7 月に打ち上げられて以来活躍を続けているアメリカ航空宇宙局 (NASA) の X 線観測衛星「Chandra (チャンドラ)」と、日本時間 2021 年 12 月 9 日に打ち上げられたばかりの X 線偏光観測衛星「IXPE」(Imaging X-Ray Polarimetry Explorer) から送られてきた最初の科学観測データが用いられています。色は青がチャンドラの観測データ、マゼンタ (赤紫) が IXPE の観測データに対応しています。

可視光線や X 線といった電磁波は、空間を「波」として伝わります。太陽光などの自然光や電球から発せられるような光は、様々な方向に振動する波が入り混じっています。ところが、天体から地球に届く電磁波の波は特定の方向に偏って振動していることがあります。偏光とはこのように「波の振動方向が偏っている電磁波」を指す言葉です。偏光の性質は、身近なところでは反射光を軽減する「偏光サングラス」などで利用されています。

関連：[ブラックホール周辺の偏光画像が公開される ジェット解明の鍵に](#)

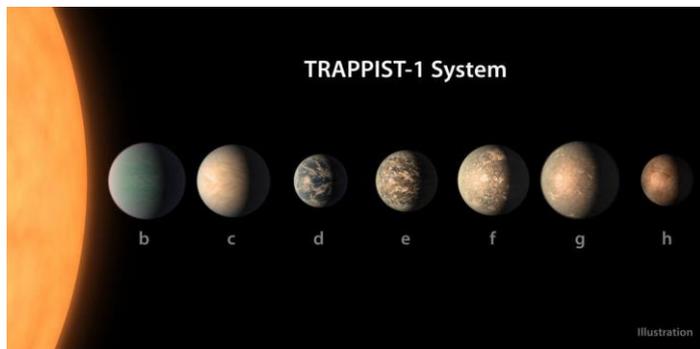
今回初めて科学観測画像を取得した IXPE はアメリカやイタリアを中心とした国際プロジェクトで、日本の理化学研究所などからも装置が提供されています。偏光には光が発せられた環境の手掛かりが含まれていますが、理化学研究所によれば天体の X 線偏光は観測例が極めて少ないといいます。NASA によると、直径 10 光年に渡るカシオペヤ座 A の全体で X 線偏光の量がどのように変化しているのかを、研究者たちは IXPE を用いることで初めて知ることができるようになったといいます。現在、IXPE の観測データを元にカシオペヤ座 A の X 線偏光マップ作成が進められており、カシオペヤ座 A での X 線生成に関する新たな手掛かりが明らかになると予想されています。X 線偏光を感度良く捉える IXPE の観測によって、ブラックホール周辺や強い磁場を持つ中性子星周辺の環境などについての、これまでとは質が異なるデータが得られると期待されています。なお、カシオペヤ座 A は 20 年以上前に打ち上げられたチャンドラが初めて画像を取得し、その後も観測を続けている天体でもあります。チャンドラの観測によって、カシオペヤ座 A の中心にはブラックホールもしくは中性子星とみられる天体が存在することが明らかになりました。IXPE の主任研究員を務める NASA マーシャル宇宙飛行センターの Martin C. Weisskopf さんは「IXPE が捉えたカシオペヤ座 A の画像は、チャンドラの画像と同じくらい歴史的なものです」とコメント。IXPE のイタリア側の主任研究員を務めるイタリア国立天体物理学研究所 (INAF) の Paolo Soffitta さんは「IXPE によるカシオペヤ座 A の画像は大変美しいものです。この超新星残骸をさらに学ぶための偏光観測データ分析が楽しみです」とコメントしています。

関連：[超新星爆発に関する長年の謎ついに解明か ニュートリノ加熱説立証へ](#) Source Image Credit: NASA/CXC/SAO/IXPE [NASA](#) - NASA's IXPE Sends First Science Image [理化学研究所](#) - ブラックホールを観測する新しい手段の開拓—X 線偏光観測衛星 IXPE の打ち上げ— 文/松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20220223-trappist1.html>

発表から今年で 5 年、地球サイズの系外惑星が 7 つもある恒星「トラピスト 1」

2022-02-23 [松村武宏](#)



【▲ 恒星「TRAPPIST-1」を公転する7つの系外惑星を描いたイラスト (Credit: NASA/JPL-Caltech)】

【▲ 恒星「TRAPPIST-1」(左端)を公転する7つの系外惑星(b~h)を示した図 (Credit: NASA/JPL-Caltech)】

12星座でおなじみ「みずがめ座」の方向、約41光年先に「TRAPPIST-1(トラピスト1)」と呼ばれる恒星があります。TRAPPIST-1は表面温度が摂氏約2300度、質量と直径が太陽の1割ほどという小さな赤色矮星です。赤色矮星は太陽系の近傍ではありふれた恒星ですが、TRAPPIST-1は地球サイズの太陽系外惑星が7つも見つかったことで注目を集めています。TRAPPIST-1を合計7つの系外惑星が公転しているとした研究成果(※)が発表されたのは、2017年2月のこと。今年2022年で発表から5周年を迎えました。

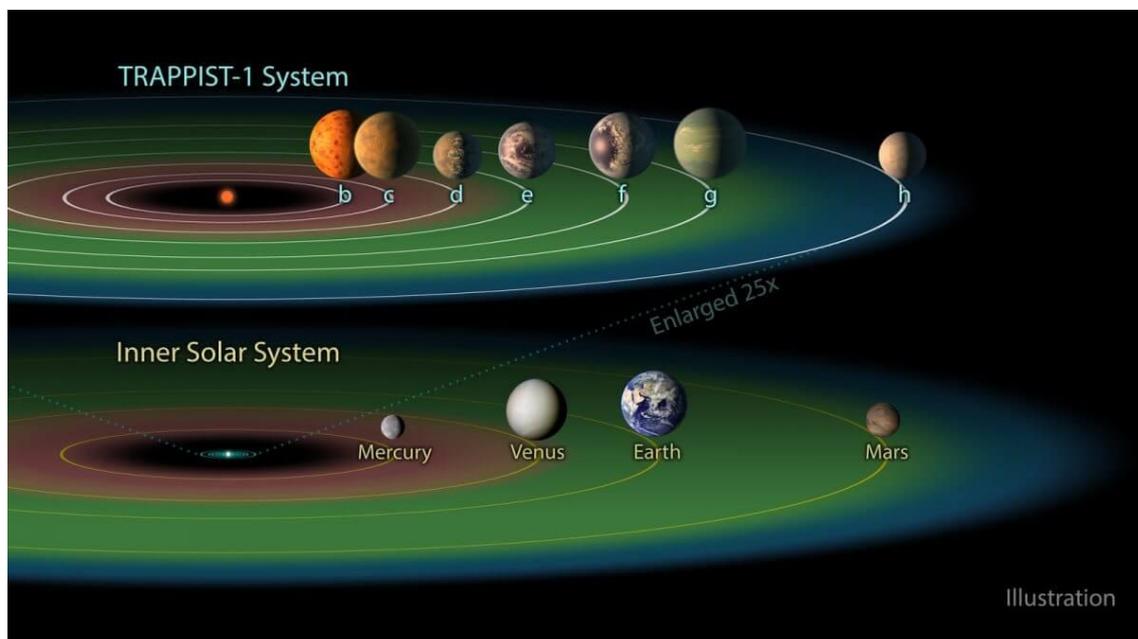
※...Gillon et al. “Seven temperate terrestrial planets around the nearby ultracool dwarf star TRAPPIST-1”

TRAPPIST-1を公転する7つの系外惑星は、内側から順に「TRAPPIST-1 b」「TRAPPIST-1 c」「TRAPPIST-1 d」「TRAPPIST-1 e」「TRAPPIST-1 f」「TRAPPIST-1 g」「TRAPPIST-1 h」と名付けられています。7惑星はヨーロッパ南天天文台(ESO)が運用する地上の望遠鏡や、アメリカ航空宇宙局(NASA)が2020年1月まで運用していた宇宙望遠鏡「スピッツァー」の観測によって、段階的に発見されました。

関連 ・ [生命の存在可能な「地球に似た惑星」40光年先で3つも発見!](#)

・ [NASA、7つの地球サイズ惑星を39光年先に発見 3つは生命存在可能](#)

TRAPPIST-1は太陽よりも軽くて小さな恒星であるため、惑星系のスケールも太陽系と比べれば小さなものです。太陽系で7番目の惑星といえば天王星ですが、TRAPPIST-1で見つかっている7つの惑星は、水星の公転軌道よりもはるかに小さな軌道を描いています。一番外側にあるTRAPPIST-1 hの公転周期(その天体にとっての「1年」)は18.77日、一番内側のTRAPPIST-1 bは1.51日しかありません。これら7惑星は、いずれも地球のような岩石惑星とみられています。このうちe・f・gの3つはTRAPPIST-1のハビタブルゾーン(惑星の表面に液体の水が存在し得る範囲)を公転しており、生命を支えられる環境を持つ可能性もあるのです。



【▲ TRAPPIST-1 星系（上）と太陽系（下、火星まで）の比較図。TRAPPIST-1 の 7 惑星の公転軌道は水星の公転軌道よりもずっと小さく、図の上段のスケールは下段の 25 倍に拡大されている (Credit: NASA/JPL-Caltech)】
 TRAPPIST-1 を公転する系外惑星の生命居住可能性に迫るための新たな観測は、そう遠くないうちに始まります。TRAPPIST-1 は 2021 年 12 月に打ち上げられた次世代宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」の観測対象になっており、ウェッブ宇宙望遠鏡は TRAPPIST-1 の系外惑星が持つ大気の兆候を探る予定です。NASA のジェット推進研究所 (JPL) によると、ウェッブ宇宙望遠鏡の主なターゲットは内側から 4 番目の TRAPPIST-1 e とされています。関連：[宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」から初の画像が到着！ 主鏡を写したセルフィーも](#)

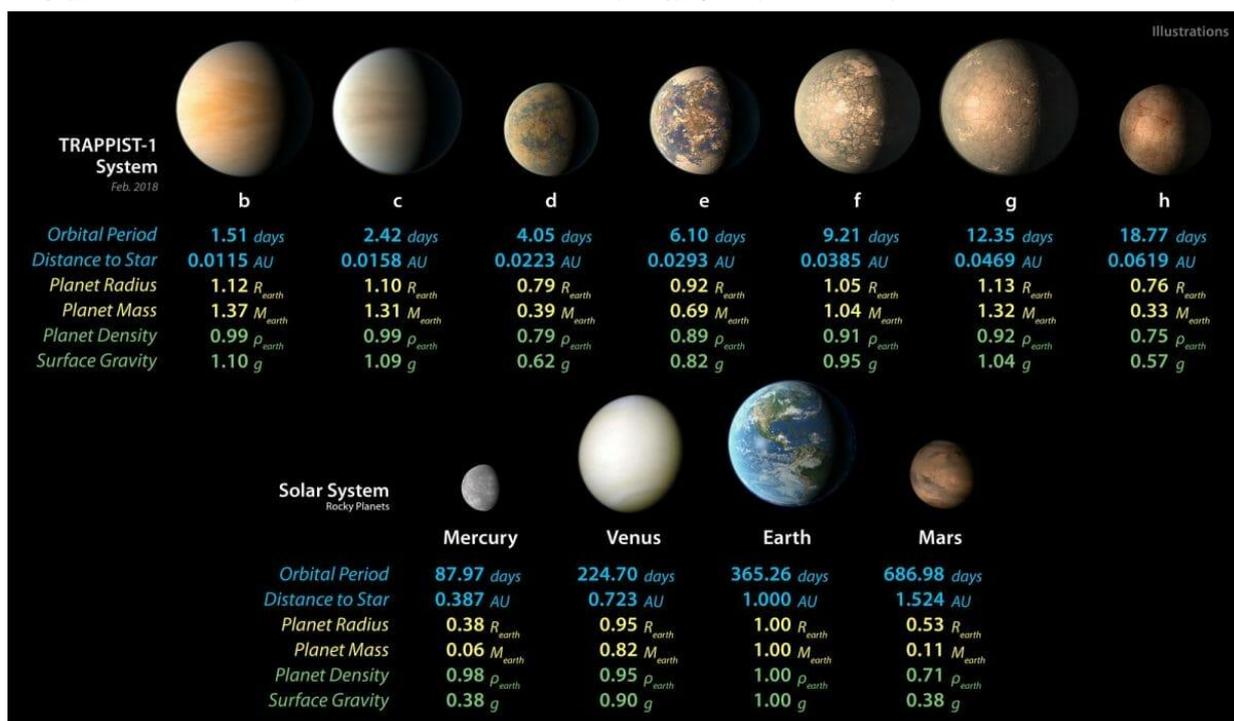
「ハッブル」宇宙望遠鏡によるこれまでの観測では、7 惑星のうち少なくとも d・e・f の 3 つに関しては、海王星のような水素が主成分の大気は持っていない可能性が浮上しています。コーネル大学の惑星科学者 Nikole Lewis さん（ウェッブ宇宙望遠鏡を使って TRAPPIST-1 e の観測を予定している研究グループの一員）は、「表面に液体の水を保持し得る大気」が存在するか否かは未解決のままだと語ります。

リエージュ大学の天文学者 Michaël Gillon さん（2017 年に成果を発表した研究グループを率いた）は「ハビタブルゾーンを公転する地球型の系外惑星に関する初の大気特性評価が懸かっています」と語ります。ただし、ウェッブ宇宙望遠鏡による初期の観測では、大気の有無に関する部分的な情報しか得られない可能性もあるようです。TRAPPIST-1 の系外惑星がどのような環境を持つにしても、その観測結果は人類の知識を押し広げることになります。これまでの観測によって 7 惑星は直径と質量の値が得られており、惑星の組成を探る上で重要となる平均密度が算出されています。

関連：[まるで七つ子？ 恒星「トラピスト 1」を周回する 7 惑星はどれもほぼ同じ組成か](#)

研究者は可能性がある組成を絞り込むために惑星の形成と進化に関するコンピューターモデルを使用しますが、TRAPPIST-1 の系外惑星はこのモデルを洗練する上で役立つといます。Lewis さんは「不毛であっても居住可能であってもモデルの改良に繋がるのが、TRAPPIST-1 星系の素晴らしいところです」と語っています。

ウェッブ宇宙望遠鏡は 2022 年夏からの科学観測開始に向けて、現在準備が進められています。研究者だけでなく宇宙ファンからも注目される TRAPPIST-1 の観測結果が楽しみです。



【▲ TRAPPIST-1 の 7 惑星（上段）と太陽系の 4 つの岩石惑星（下段）の比較表。数値は上から公転周期、主星からの距離、半径、質量、平均密度、表面重力の順。単位は公転周期が「日」、主星からの距離が「天文単位」、半径／質量／平均密度／表面重力は「地球を 1 とした場合の比率」 (Credit: NASA/JPL-Caltech)】

関連：[最寄りの恒星「プロキシマ・ケンタウリ」の新たな系外惑星候補が報告される](#)

Source Image Credit: NASA/JPL-Caltech [NASA/JPL](#) - Day of Discovery: 7 Earth-Size Planets
[NASA](#) - Largest Batch of Earth-size Habitable Zone Planets Found Orbiting TRAPPIST-1 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20220224-ngc1566.html>

南天“かじき座”の踊るようなグランドデザイン渦巻銀河「NGC 1566」

2022-02-24 [松村武宏](#)



【▲ 渦巻銀河「NGC 1566」(Credit: Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA; Image processing: T.A. Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), J. Miller (Gemini Observatory/NSF's NOIRLab), M. Zamani & D. de Martin (NSF's NOIRLab))】

こちらは南天の「かじき座」の方向およそ 7000 万光年先にある渦巻銀河「NGC 1566」です。NGC 1566 は「渦巻銀河」と「棒渦巻銀河」の中間にあたる形態を持つ銀河 (intermediate spiral galaxy) に分類されています。NGC 1566 は少なくとも 46 個の銀河からなる「かじき座銀河群」で最も明るく、同銀河群を構成する主要な銀河のひとつです。中心から激しく渦巻くように 2 本の渦巻腕を力強く伸ばしている NGC 1566 は、海外では「Spanish Dancer」(スペインのダンサー) の愛称でも知られており、渦巻腕がはっきりと目立つ「グランドデザイン渦巻銀河」(grand design spiral galaxy) のひとつにも数えられています。画像を公開した米国科学財団の国立光学・赤外天文学研究所 (NSF/NOIRLab) によると、NGC 1566 は狭い領域から強い電磁波を放射する活動銀河核 (AGN) を中心部分を持つことが知られており、NGC 1566 自身は活動銀河の一種であるセイファート 1 型に分類されています。NGC 1566 の力強い渦巻腕を彩る青色は、表面温度が高い若くて明るい星々の輝き。その渦巻腕のあちこちに見える暗い部分は塵が豊富なダストレーン (ダークレーン) と呼ばれるもので、ガスや塵が豊富な渦巻腕には新たな星を生み出す星形成領域が形成されています。いっぽう、渦巻腕よりも赤みがかった中心部分に集まっているのは、表面温度が低い古い星々。また、NGC 1566 では 2010 年に超新星「SN 2010el」も検出されています。NOIRLab は NGC 1566 について、恒星進化のあらゆる段階の星々の住まいだと表現しています。なお、NGC 1566 は近くにある 18 個の銀河とともに、次世代宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」の観測対象となっています。この観測はジェミニ天文台の主任科学者を務める天文学者の Janice Lee さんによるもので、近傍宇宙に存在する銀河の星形成領域を調査する観測プロジェクト「PHANGS」の一環として実施されるとのことです。冒頭の画像はチリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ 4m 望遠鏡に設置された観測装置「ダークエネルギーカメラ (DECam)」の観測データから作成されたもので、NOIRLab から 2022 年 2 月 22 日付で公開されています。関連：[地球を見つめる「目」の様な渦巻銀河 ダークエネルギーカメラが撮影](#)

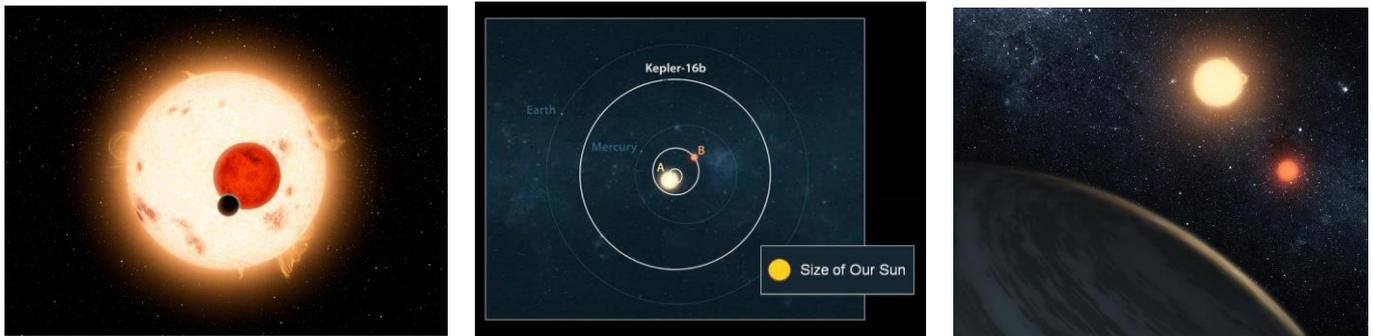
Source Image Credit: Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA; Image processing: T.A. Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), J. Miller (Gemini Observatory/NSF's NOIRLab), M. Zamani & D. de Martin (NSF's NOIRLab)

[NOIRLab](#) - Spanish Dancer Galaxy Twirls into View from NSF's NOIRLab in Chile 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20220225-circumbinary-planet.html>

2つの恒星を公転する「周連星惑星」視線速度法による地上からの観測で初めて検出成功

2022-02-25 [松村武宏](#)



【▲ 連星「ケプラー16」の手前を横切る系外惑星「ケプラー16b」の想像図 (Credit: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt)】

【▲ 連星を成す恒星「ケプラー16A」「ケプラー16B」と、その周囲を公転する系外惑星「ケプラー16b」の軌道を示した図 (Credit: NASA)】

【▲ 系外惑星「ケプラー16b」(手前)の想像図 (Credit: NASA/JPL-Caltech/T. Pyle)】

バーミンガム大学の Amaury Triaud 教授を筆頭とする研究グループは、地上の望遠鏡による「視線速度法」(後述)と呼ばれる観測手法を用いることで、連星を公転するタイプの太陽系外惑星である「周連星惑星」を検出することに成功したとする研究成果を発表しました。

周連星惑星 (circumbinary planet) は連星を成す2つの恒星をどちらも公転している系外惑星のことで、映画「スター・ウォーズ」シリーズの舞台のひとつである双子の太陽を持つ惑星「タトゥイーン」によく例えられます。研究グループによると、周連星惑星を視線速度法で検出したのは今回が初めてのことだといいます。

■既知の周連星惑星「ケプラー16b」を視線速度法で初検出

Triaud さんたちが観測したのは、「はくちょう座」の方向およそ 245 光年先にある系外惑星「ケプラー16b」です。ケプラー16b はアメリカ航空宇宙局 (NASA) が運用していた宇宙望遠鏡「ケプラー」の観測によって、2011年9月に「初めて見つかった周連星惑星」として発見が報告されていました。ケプラー16b は木星と比べて直径は約 0.754 倍・質量は約 0.333 倍のガス惑星だと考えられており、連星「ケプラー16」を約 229 日周期で公転しています。研究グループは今回、フランスのオート＝プロヴァンス天文台にある口径 193cm の望遠鏡に取り付けられた分光観測装置「SOPHIE」によって 2016年7月～2021年6月にかけて取得された、恒星「ケプラー16A」の観測データを調べました。ケプラー16A は連星であるケプラー16を成す恒星の1つ(質量は太陽の約 0.65 倍)で、もう1つの恒星「ケプラー16B」(質量は太陽の約 0.2 倍)とともに、共通重心の周りを約 41 日周期で公転しています。恒星ケプラー16A の視線速度(地球から見た視線方向の速度)の変化を分析した結果、研究グループは系外惑星ケプラー16b を独立して検出することに成功しました。研究グループはケプラー16b の質量を木星の約 0.313 倍と算出しています。ケプラー16b を発見したケプラー宇宙望遠鏡や、現在 NASA が運用している系外惑星探査衛星「TESS」は、恒星の手前を横切った系外惑星を「トランジット法」(後述)と呼ばれる観測手法を用いて検出しています。いっぽう、オート＝プロヴァンス天文台の SOPHIE による観測データは、系外惑星の公転にともなう恒星の動きをもとに系外惑星を検出する「視線速度法」に利用することができます。周連星惑星はケプラー16b 以外にも幾つか発見されていますが、これまで視線速度法で検出された例はなかったといいます。冒頭でも触れたように、研究グループは今回「初めて視線速度法で周連星惑星を検出することに成功」したことになります。今回の研究では既知の周連星惑星が観測対象となりましたが、この成果は視線速度法を用いた新たな周連星惑星の検出につながるものとして期待されています。恒星と惑星の重力を介した結びつきを利用している視線速度法では、惑星の基本的な情報のひとつである質量(最小質量)を求めることができます。また、検出された系外惑星とは別に存在する未発見の系外惑星を示す兆候にも、視線速度法は敏感な観測手法とされています。研究に参加したマルセイユ大学の Isabelle Boisse 博士は「ケプラー16b を検出できることが示されたので、今後は他の多くの連星に関する観測データを分析し、新たな周連星惑星を探します」と語ります。

さらなる周連星惑星の発見が期待されているのは、惑星の形成に関する理解を深めることにつながるからです。惑星は若い星を取り囲むガスと塵でできた「原始惑星系円盤」のなかで塵が集まる（降着する）ことで形成されると考えられていますが、研究を率いた Triaud さんは「標準的な理論で周連星惑星の存在を説明するのは困難です。2つの恒星が原始惑星系円盤に干渉して、塵が惑星に降着するのを阻むからです」と指摘します。

「周連星惑星は連星の影響が弱い離れた場所で形成された後に移動してきた可能性があります。あるいは、惑星の降着プロセスに関する私たちの理解を修正する必要があるかもしれません」（Triaud さん）

■系外惑星の観測に用いられる視線速度法&トランジット法

「視線速度法（ドップラーシフト法）」とは、系外惑星の公転にともなって円を描くようにわずかに揺さぶられる主星の動きをもとに、系外惑星を間接的に検出する手法です。惑星の公転にともなって主星が揺れ動くとき、光の色は主星が地球に近づくように動く時は青っぽく、遠ざかるように動く時は赤っぽくといったように、周期的に変化します。こうした主星の色の変化は、天体のスペクトル（波長ごとの電磁波の強さ）を得る分光観測を行うことで検出されています。視線速度法の観測データからは系外惑星の公転周期に加えて、系外惑星の最小質量を求めることができます。

▲系外惑星の公転にともなって主星のスペクトルが変化する様子を示した動画▲（Credit: ESO/L. Calçada）

もう一つの「トランジット法」とは、系外惑星が主星（恒星）の手前を横切る「トランジット（transit）」を起こした際に生じる主星の明るさのわずかな変化をもとに、系外惑星を間接的に検出する手法です。アメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星探査衛星「TESS」などは、この手法を用いて系外惑星の探査を行っています。

繰り返し起きるトランジットを観測することで、その周期から系外惑星の公転周期を知ることができます。また、トランジット時の主星の光度曲線（時間の経過にあわせて変化する天体の光度を示した曲線）をもとに、系外惑星の直径や大気の有無といった情報を得ることも可能です。

▲系外惑星のトランジットによって恒星の明るさが変化する様子を示した動画▲（Credit: ESO/L. Calçada）

関連：[NASA 探査衛星「TESS」の観測データから新たな手法で「周連星惑星」を発見](#)

Source Image Credit: NASA/JPL-Caltech, R. Hurt, T. Pyle

[バーミンガム大学](#) - 'Tatooine-like' exoplanet spotted by ground-based telescope

[Triaud et al.](#) - BEBOP III. Observations and an independent mass measurement of Kepler-16 (AB) b – the first circumbinary planet detected with radial velocities 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220224-2278865/>

ブラックホール「いて座 A*」のジェット噴出方向は地球に向いている、国際研究で判明

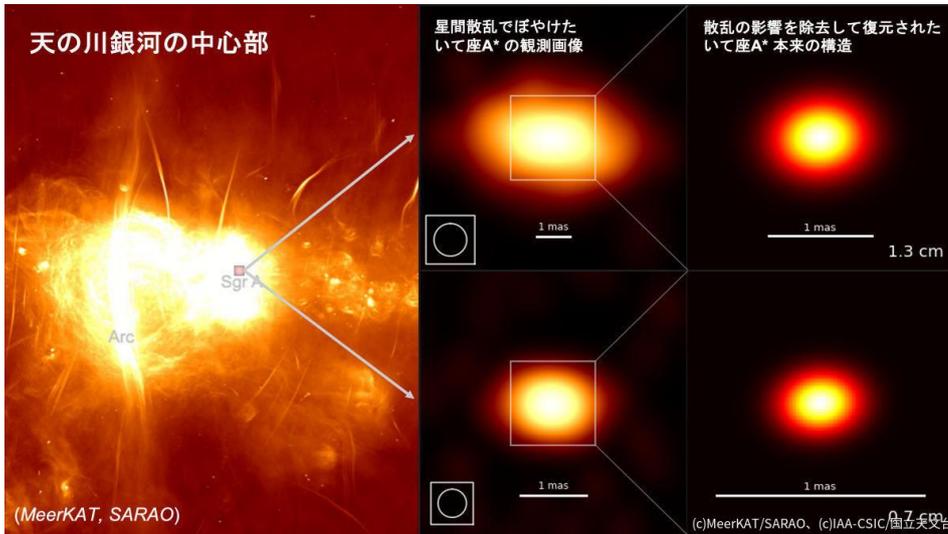
2022/02/24 06:00 著者：波留久泉

東京大学(東大)、工学院大学、国立天文台(NAOJ)、計算基礎科学連携拠点の4者は2月22日、東アジア VLBI 観測網(EAVN)による波長 1.3cm と 7mm 帯の電波観測データから、天の川銀河中心の大質量ブラックホール「いて座 A*(エースター)」の降着円盤に高いエネルギーの非熱的電子が含まれていること、しかもその回転軸(もしくは微弱なジェットの噴出方向)がほぼ地球に向いている可能性があることも明らかにしたと発表した。

同成果は、スペイン・アンダルシア天体物理研究所のチョウ・イルジェ氏が率いる世界の17の研究機関・大学の60名以上の研究者が参加する国際共同研究チームによるもの。日本からは、東大 宇宙線研究所(ICRR)の川島朋尚特任研究員(ICRR フェロー)、工学院大 工学部の紀基樹講師、NAOJ 水沢 VLBI 観測所の秦和弘助教らが参加した。[詳細は、米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された。](#)

天の川銀河中心に位置する電波源「いて座 A*」は、地球から約 2 万 6000 光年と近く、太陽の約 400 万倍の質量を持つ大質量ブラックホールと考えられていることから、大質量ブラックホールの性質を調べるのに最適の天体とされる。ただし、電波での観測が可能ながら、濃い星間ガスに散乱されてしまい画像がぼやけてしまうことが問題となっていた。そこで研究チームは今回、過去の観測データに基づく星間散乱モデルを考慮し、EAVN によ

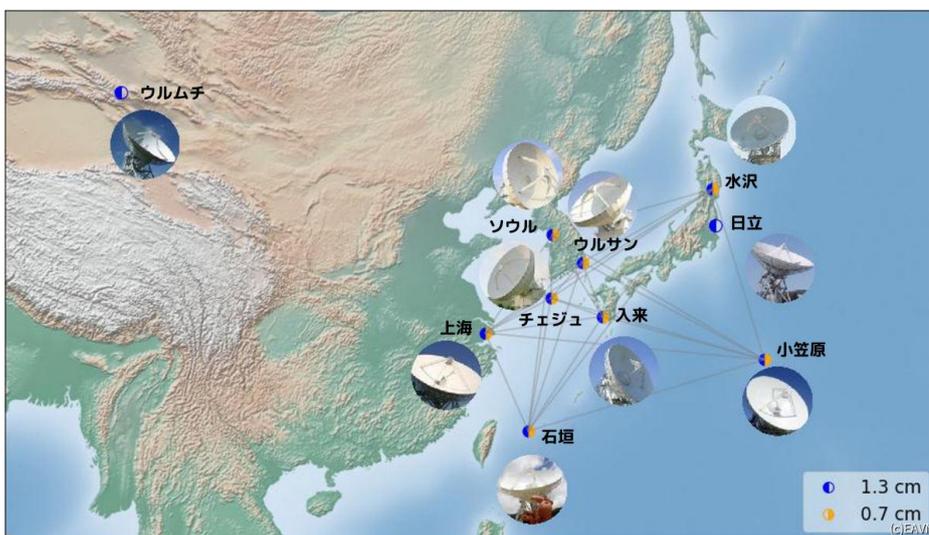
る電波観測画像を注意深く補正することで、いて座 A 本来の構造を求めることにしたという。その結果、波長 1.3cm 帯と 7mm 帯のどちらでも、その固有形状はほぼ円形であることが判明。また、補正する前のいて座 A の形状は東西方向により細長く、その伸びのほとんどが星間散乱の影響によるものであることも明らかにされた。EAVN は、日本 11 台、韓国 4 台、中国 6 台の計 21 台の電波望遠鏡で構成されており、今回の研究にはそのうちの 18 台が参加し、10 台が波長 1.3cm(22GHz)帯を、8 台が波長 7mm(43GHz)帯を担当。観測自体は 2017 年 4 月に実施された。



(左)天の川銀河の中心方向の様子 (c)MeerKAT/SARAO、(右)東アジア VLBI 観測網によって得られたいて座 A* の構造(上側が波長 1.3cm 帯、下側が波長 7mm 帯)。各波長とも、左側の画像が星間散乱によってぼやけた「生の」観測画像であり、右側の画像が散乱の影響を除去して復元されたいて座 A* の本来の構造(1mas は約 0.0001 光年に相当) (c)IAA-CSIC/国立天文台 (出所:NAOJ VERA Web サイト)

同じく 2017 年 4 月に実施されたオランダのラドバウド大学のサラ・イッサウン氏らによる 3mm 帯での観測データと組み合わせることで、いて座 A* 固有の大きさ・明るさと観測波長との関係が判明。時間差 2 日以内というほぼ同時期の VLBI 観測データでこの関係を得たのは初めてのことだという。

より短い波長でも同じ関係があると仮定すると、波長 1.3mm 帯におけるいて座 A の大きさと明るさを予測することも可能であるとのことで、このことから EAVN の観測結果は、波長 1.3mm 帯によるいて座 A のブラックホールシャドウの撮影を目指す EHT2017 のデータ解析に貢献するものだとしている。



今回の観測で用いられた EAVN の電波望遠鏡と観測周波数帯 (c)EAVN (出所:NAOJ VERA Web サイト)

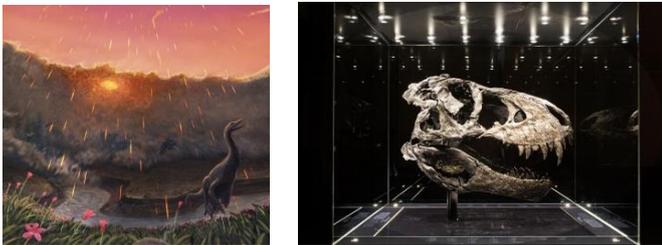
今回、NAOJ シミュレーションプロジェクトの天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイ II」を用いて、いて

座 A の降着円盤における理論計算を担当した東大 ICRR の川島特任研究員は、「観測によるいて座 A の固有サイズと降着円盤の理論シミュレーションと比較すると、大質量ブラックホールへのガス降着流には相対論的エネルギーまで加速された非熱的電子が含まれていることが示唆されます。ほぼ円形の形状からは、ガス降着流の回転軸がほぼこちらに向いていると考えられます。今後の非熱的電子の加速に関する研究の発展を通じて、銀河中心領域で観測されるガンマ線の放射源や、さらには宇宙線の加速源の理解にもつながっていくかもしれません」とコメントしている。なお、いて座 A* の電波放射は、降着流とジェットのどちらから来ているのかという疑問については、長らく議論が続けられている。今回の研究によって降着流シナリオについての理解が進展したが、ジェットシナリオでも観測結果を説明することが可能であることから、EAVN の活動銀河核サイエンスワーキンググループのコーディネーターを務める工学院大の紀講師は、「シナリオを絞り込むためには、EAVN の 2 周波数同時受信機による今後の観測が鍵のひとつとなるでしょう」と述べている。また、EHT コラボレーションの多波長観測ワーキンググループのコーディネーターを務める NAOJ 水沢 VLBI 観測所の秦助教は、「今回の研究成果は波長 1.3mm 帯でブラックホールシャドウの初撮影を目指す EHT にとっても大きな弾みとなる成果です。EHT によるいて座 A* の観測成果も楽しみに待っていてほしい」とコメントしている。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/22/022500087/>

恐竜絶滅は春に始まった、小惑星衝突の季節をついに特定、研究

衝突直後に死んだ魚の化石を分析、秋だった南半球のほうが生物に有利？ 2022.02.26



約 6600 万年前、直径 10 キロメートルほどの小惑星の衝突によって引き起こされた大地震は、現在の米国ノースダコタ州にあった川を泳いでいた魚の群れを土に埋めた。この魚の化石を詳細に分析した結果、小惑星が衝突したときの北半球は春だった可能性が高いことが明らかになった。(ILLUSTRATION BY JOSCHUA KNÜPPE)

[画像のクリックで拡大表示]

ギャラリー：決定版！奇跡の恐竜化石たち 写真 23 点（写真クリックでギャラリーページへ）

ドイツ、ベルリンにあるフンボルト博物館所蔵のティラノサウルス・レックスの頭骨。2010 年に、米モンタナ州にある白亜紀後期のヘルクリーク累層で発見された全長約 12 メートルの化石は、発掘と復元に 4 年の歳月を要した。(PHOTOGRAPHY BY GERD LUDWIG) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

約 6600 万年前に恐竜の時代を終わらせた小惑星の衝突は、北半球の春に起きた可能性が高いことが、衝突後 1 時間以内に死んだと思われる魚の化石を分析することで判明した。この化石は米国のノースダコタ州で見つかった。2 月 23 日付けで学術誌「ネイチャー」に発表された論文によれば、化石の骨に残る成長パターンから、魚は餌が豊富になって成長が加速した時期に死んだことがわかるため、衝突の季節は春だったと推定される。近年、この衝突が最悪のシナリオをたどった可能性を示唆する証拠が集まってきているが、今回の発見もそうした証拠の 1 つだ。(参考記事：[「恐竜絶滅、小惑星の落ちた場所が悪かったせい？」](#))

白亜紀末に直径 10 キロメートルのチクシュルーブ小惑星が現在のメキシコ沖に衝突し、地球上の生物種の 75% 以上が死滅した。この衝突により、想像を絶するような大地震が発生し、高さ 50 メートル以上の津波が北米の海岸に襲いかかった。衝突による噴煙と、それに続いて大量に降り注いだ高温の破片によって山火事が発生し、衝突地点から数百～数千キロ離れた場所まで燃え広がった。(参考記事：[「小惑星衝突「恐竜絶滅の日」に何](#)

[が起きたのか](#)) 最初の大災害に続いて、地球上の生物は恐ろしい「衝突の冬」に直面した。大気中に放出されたガスや粒子が数カ月～数年にわたって太陽の光を遮った結果、気温が約 30 度も低下し、中生代の生態系が根こそぎ破壊されたのだ。 これまでは、衝突の冬が起きている間に最も多くの種が絶滅したと考えられてきた。だが、小惑星が衝突した季節が北半球の春だったのであれば、北半球にすむ生物の多くはこの現象に直面するほど長くは生きられなかつただろう。春は、多くの生物が食べ物やパートナーを求めて外で活動するからだ。一方で同じ頃、南半球の動物たちは秋から冬にかけて活動を控えていたと考えられ、大災害の初期にはわずかに有利だった可能性がある。「衝突を生き延びられなかった動物には、核（衝突）の冬を経験する機会さえありませんでした」と、論文の筆頭著者であるスウェーデン、ウプサラ大学の博士課程に在籍するメラニー・デュアリング氏は言う。「小惑星が衝突するのにこれ以上悪い季節はないと思います」（参考記事：[「恐竜の絶滅にインドの火山が加担、2つの研究成果」](#)）

時間の中で凍った魚

今回の論文は、米国ノースダコタ州のタニスで見つかった大量のチョウザメとヘラチョウザメの化石に関する最新の研究成果だ。魚のエラに入り込んだ破片は、魚たちが小惑星の衝突から約 1 時間以内に死んだことを示唆している。2019 年に米誌「ニューヨーカー」に掲載された記事によると、タニスからは、まだ学術誌に発表されていない化石が他にも多く発見されているという。（参考記事：[「第 6 回 恐竜が絶滅した「瞬間」の化石が見つかった！」](#)） タニス化石発掘地は、古代エジプトの失われた都市タニスにちなんで名付けられた。私有地の牧場内の小さな露頭（地層や岩石が土や植物に覆われず、直接地表に現れている場所）にあり、恐竜絶滅までの数十万年を記録した地層が重なっているヘルクリーク累層の一部だ。2017 年にオランダ、アムステルダム自由大学の修士課程の学生だったデュアリング氏は、同大学の古生物学者ヤン・スミット氏と、タニスの発掘調査を指揮していた古生物学者のロバート・デパルマ氏を含むチームとともにタニスを訪れた。

[次ページ：古代の魚の骨に隠された手がかり](#)

タニスで発掘されたヘラチョウザメの化石骨格。動画は、欧州シンクロトロン放射光研究所（ESRF）で撮影された X 線データから作成した。2 個の白黒の球は、この魚の目があった場所を示している。

スミット氏によると、北米のこの地域は 6600 万年前には、氾濫原を流れる川が刻んだ深さ 10 メートル以上の谷だったという。小惑星の衝突が引き起こした強力な地震は、15～30 分後にはタニスにも到達した。この地震によって内海の水が川を逆流し、水中にあったあらゆるものが土に埋もれた。一方、小惑星の破片は空高く舞い上がって大気圏に到達し、ガラス状の小さな塊になった。「テクタイト」と呼ばれるこの粒子は、衝突から約 15 分後に地上に降り注ぎはじめた。驚くべきことに、タニスの堆積物には、上空から地上に落ちてきたテクタイトが地面にめり込んでできた穴が今でも残っている。テクタイトは魚のエラにも入り込んでいるが、消化管や体内には見当たらないことから、魚はテクタイトが川に降り注ぎはじめた直後に死亡したと考えられる。小惑星の衝突による破壊の手がかりは、タニスのあちこちで見つけることができる。ある堆積物層ではすべての魚が左向きに、次の層ではすべて右向きになっている。まるで、波が寄せたり返したりを繰り返している間に、魚が流されてきて土に埋もれたかのようなのだ。「大規模な交通事故の現場がその場で凍りついたようなものです」とデュアリング氏は説明する。（参考記事：[「地質サンプルが語る 小惑星衝突、恐竜最後の日」](#)）

古代の魚の骨に隠された手がかり

デュアリング氏とスミット氏は、タニスのチョウザメとヘラチョウザメの化石を数点オランダに持ち帰り、骨の分析に取りかかった。これらの魚の骨の一部は、木の年輪のように周期的に層をなして成長してゆく。その層を分析して、魚が死んだ季節を特定できないかと考えたのだ。例えば、プランクトンを濾しとって食べるヘラチョウザメの骨には、餌の化学組成の変化が記録されている。光合成を行うプランクトンの生産性は、秋から冬にかけてよりも春から夏にかけての方が高く、プランクトンの生産性が上がると、一般的な炭素 12 よりもわずかに重い同位体（中性子の数が異なる同じ原子）である炭素 13 の比率が高くなることがわかっている。

デュアリング氏の研究チームはヘラチョウザメの骨の各層を分析し、死亡時は炭素 13 の比率は増加傾向にあ

ったが、まだピークには達していなかったことを突き止めた。これは魚が春に死んだことを示唆している。

研究チームは、魚の骨の成長パターンも分析した。デュアリング氏らは、世界で最も明るいX線を発生させる粒子加速器である、フランスのグルノーブルにある欧州シンクロトロン放射光研究所（ESRF）を使って魚の骨のCTスキャンを撮影し、骨の微細構造が季節によってどのように変化するかを詳しく調べた。（参考記事：[「新型コロナウイルスの臓器損傷、世界最高輝度のX線が明らかに」](#)）

春と秋は餌が豊富であるため魚の成長が早く、この時期にできた骨は穴が多くスポンジ状になっている。一方、秋から冬にかけては餌が少ないため成長が遅く、骨には「成長停止線」と呼ばれる固い層ができる。研究チームは、骨の内部から最も新しい外層まで、こうした変化を測定した。その結果、タニスの魚はどれも、成長が加速しているがまだピークには達していない時期、すなわち春に死んでいたことが明らかになった。

2つの別々の証拠がどちらも同じ季節を指していることから、研究チームは自分たちの結論に自信を深めている。論文の共著者であるウプサラ大学のデニス・フテン氏は、「自分たちの研究で季節を1つに絞り込むことができた」と確信しているのは、そのためです」と話す。

[次ページ：北半球と南半球の差](#) 北半球と南半球の差

タニスの魚に関する研究は、今回の論文だけではない。デパルマ氏が率いる別のチームが、小惑星が衝突した季節について独自に分析し、2021年12月8日付けで学術誌「Scientific Reports」に論文を発表している。

2本の論文は、異なる化石について、異なる手法で分析を行っているが、ほぼ同様の結論に達している。デパルマ氏の分析結果は、小惑星が春か夏に衝突したことを示唆しており、衝突時期を春と特定しているデュアリング氏の発見と食い違わない。「独立の研究と分析が行われるのは良いことです。これらのプロジェクトがお互いを補完しあい、先史時代の世界に関する理解を深められたことをうれしく思っています」と、米フロリダ・アトランティック大学の教員で英マンチェスター大学の博士課程に在籍するデパルマ氏は電子メールでコメントしている。ネイチャーの論文を執筆した研究者たちは、今回のデータが、白亜紀末の大絶滅のさらなる分析につながることを期待している。例えば、南半球のいくつかの地点からは、チクシュルーブ小惑星の衝突後、南半球が北半球の約2倍の速さで回復したことを示唆する形跡が見つかっている。こうした形跡は、衝突があった季節にどのくらい影響されるのだろうか？ そのヒントは、南半球の化石記録に隠されているのかもしれない。南半球の化石は、北半球に比べて研究が進んでいない。「データが不足している国々にもっと資金を提供することができれば、南半球は宝の山だと思います」とデュアリング氏は言う。「（北半球と南半球には）大きなギャップがあるのです」一方、米スミソニアン国立自然史博物館のカーク・ジョンソン館長は、タニスの魚の化石が季節の形跡を示しているのは確かだが、6600万年前の地球は現在ほど季節変化が大きくなかったことを忘れてはならないと指摘する。当時の南極には氷冠はなく、落葉樹林が広がっていた。そう考えると、小惑星の衝突直後に南半球の動植物がどれほど有利だったかは疑問だという。（参考記事：[「南極はかつて森だった、古代の木の化石を発見」](#)）「爆弾が落ちてくるなら、屋根の修理をしているときよりも防空壕に入っているときのほうが良いという話でしょう」と、ヘルクリーク累層を専門とする古生物学者のジョンソン氏は言う。「ただ、このような主張をする人々は、白亜紀には季節変動がどれほど乏しかったかを考慮していないと思います」

ジョンソン氏は、今後の研究によってこの説を検証できると考えている。氏らは、タニスを基準として、ヘルクリーク累層の他の場所を見直し、恐竜が死んだ日の様子を詳細に保存している同様の堆積物がないかどうかを探している。「今回のタニスの発見は非常に重要です。私たちが考えもしなかったような窓が開かれたのですから」とジョンソン氏は言う。文＝MICHAEL GRESHKO／訳＝三枝小夜子