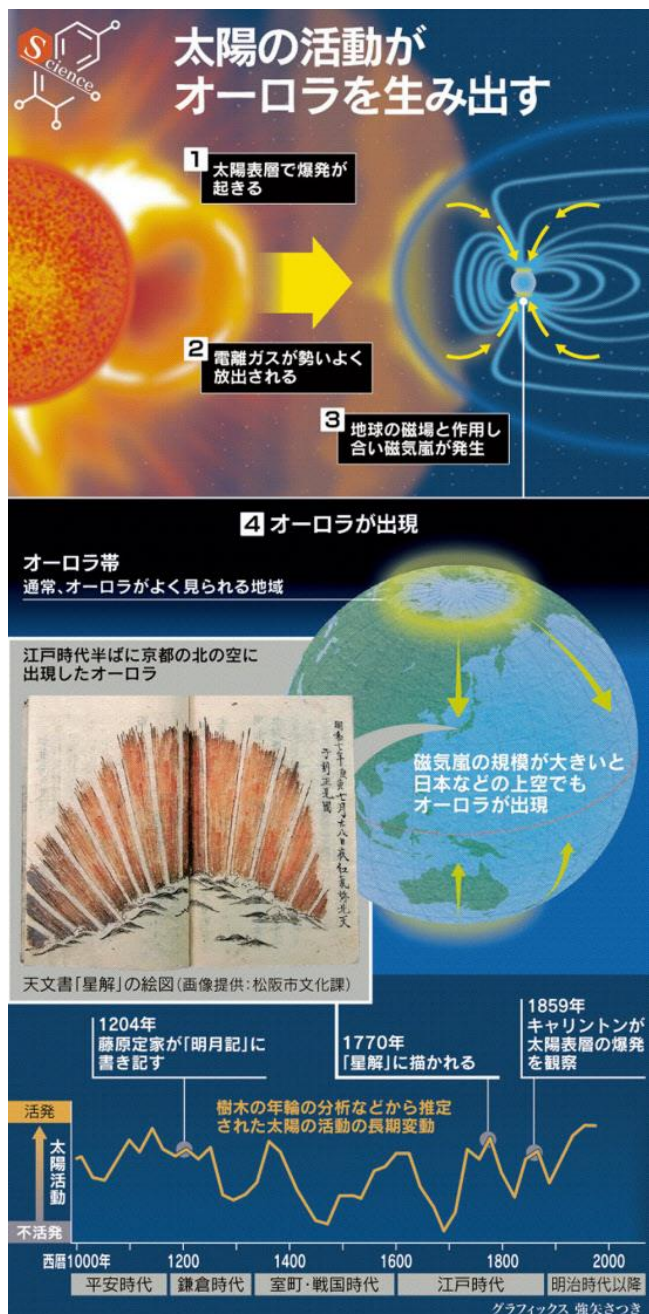


「赤い空」はオーロラ、古文書から太陽の激動を探る

コラム（テクノロジー） 科学&新技術 2019/2/9 6:30 日本経済新聞 電子版

天空に舞うオーロラは普段、北極や南極などの極域でしか観察できない。ところが太陽の表層で大きな爆発が起ると、日本のような中緯度地域でも見られる。そんな現象が歴史的にはたびたび繰り返していたことが、古文書の解読などから分かってきた。巨大地震の研究と同様、古い文献の調査と自然科学の融合から新たな発見が出ている。



[画像の拡大](#)

「1770年9月17日、オーロラが夜空を赤く染めた。当時の人々にとって大変な驚きだっただろう」。三重県松阪市の郷土資料室が所蔵する江戸時代の天文書「星解」の謎めいた絵を示しながら、国立極地研究所の片岡龍峰准教授が解説する。

この絵は京都の北方の夜空に出現したオーロラを描いたとされる。日の出のような扇形で、北欧などで見られる天からつり下げられたカーテンのような形状とは違う。こんな奇妙なオーロラが日本の上空に出現するのだろうか。当初、はっきりしなかったが、共同研究者である国文学研究資料館の岩橋清美特任准教授が調べた別の文献から正しく描かれていると確信した。

その古文書は伏見稲荷大社ゆかりの東羽倉家の日記だ。同夜の京都で見たオーロラについて「光の筋が天の川を貫いていた」と記していた。

現在の天文学で解析すると、この夜の京都で天の川は天頂方向に見えていたと考えられる。記述が本当なら、オーロラは天頂まで広がっていたことになる。

一方、オーロラのカーテンは地球の磁場に沿って出現する。地球の磁場も長い時間の尺度で見ると揺れ動いている。当時の京都上空の磁場の状況を推定してオーロラが北方上空に現れる様子をコンピューターで再現すると、この絵図の通りになった。「かなり正確な絵図といえる」と、片岡准教授は感慨深げだ。

オーロラは通常、高緯度地域の上空で観察できる。太陽の表層で爆発が起きて磁気嵐が発生し、その規模が大きい場合、低緯度の上空でも現れやすくなる。星解に描かれたオーロラが北海道から九州まで広い範囲で目撃された状況も、古文書の調査で確かめられた。

尾張藩の藩士が書き残した文書はその一つだ。「夕方、北の空が薄赤く、遠方の火事ではないかと人々がうわさし合っているうちに空は赤みを増し、月夜のように明るくなった」とあり、現在の名古屋市の上空に現れたことを裏付ける。また「地面も赤く染まって人々は驚き騒ぎ、念仏を唱え生きた心地がしないようだった。火の雨でも降るかと思って屋根に水をまく人もいた」と続き、オーロラが不吉な現象ととらえられていた様子もうかがえる。さらに遡る鎌倉時代。1204年の京都で夜空を赤く染めたオーロラが出現した記録もある。歌人の藤原定家が「明月記」にその様子を書いた。片岡准教授らは1770年と同規模のオーロラが出現したと推定している。

世界的には、1859年に発生した磁気嵐がこれまでに科学的に観測されたなかで最大の規模といわれる。英国の天文学者キャリントンが、太陽を観察しているときに太陽表層の爆発を偶然見つけたため「キャリントン・イベント」の名が付く。

日本では昼間だったので目撃例は少ないが、世界各地でオーロラが出現した。片岡准教授の推測では「磁気嵐の規模を比べると、1770年の方が1859年より約1割大きい」という。

一連の記録から、太陽表層で非常に大きな爆発はまれに起き、巨大な磁気嵐はいつ発生してもおかしくないという結論にたどり着く。

最近の観測結果などによると、太陽はここ約50年に及ぶ活動期が終息し、日本でも観察できるようなオーロラが出現する巨大磁気嵐が発生する可能性は低くなっている。しかし片岡准教授の見方は慎重で「磁気嵐の発生を正確に予想する知識はまだ不足している。次はいつかを予測できない」と話す。

もし現代で1770年や1859年にあったような磁気嵐が発生すると、私たちの生活はどうなるだろうか。キャリントン・イベントの際には欧米の電信局で火花が散る放電が見られたという報告が残る。「多くの人工衛星が機能不全に陥る恐れがある。地上では大停電が起きたり通信が乱れたりする事態も予想される」(片岡准教授)

古文書の解読と自然科学との融合は、繰り返される巨大磁気嵐の発生を明らかにした。これをもとに予想されるリスクを分析し、どのような対策をとればいいのかを考える必要があるそうだ。

(科学技術部 中島林彦)

<http://www.isas.jaxa.jp/topics/002017.html> 2019年1月21日

宇宙空間のコーラス、オーロラとして出現

気象衛星、GPS衛星、放送・通信衛星など、ジオスペース（地球周辺の宇宙空間）での活動を行うとき、太陽からの影響は避けて通れません。太陽での爆発現象（フレア）に伴い、ジオスペースで発生する磁気嵐。強い磁気嵐が起これば実用衛星や電力線ネットワークの機能に障害が出る場合もあります。また、太陽からは常にプラズマが惑星間空間に流れ出しています。このプラズマの流れ（太陽風）は磁場を伴って惑星間空間に広がり、ジオスペースにも到達し、地球磁気圏を変動させたり、地球磁気圏の内部へ荷電粒子を降り込めさせたりするなど、ジオスペースや地球大気に大きな影響を及ぼします。

ジオスペースには高エネルギー荷電粒子が分布しており、太陽からの影響を受け、その分布や密度は時々刻々と

変動します。ジオスペースにある高エネルギー荷電粒子は安定した人工衛星の運用の障害となることもあります。そのため、高エネルギー荷電粒子がジオスペースでどのようなメカニズムで増減するのか、また、どのように分布が変化するのか、を明らかにし、変化を予測できるようになることが宇宙天気予報実現の一つの課題となっています。そのためには、様々なエネルギーを持つ荷電粒子と電場・磁場の相互作用を明らかにする必要があります。

過去に行われた「あけぼの」衛星の観測から、「コーラス」と呼ばれる波動が強い場所で高エネルギー荷電粒子が増加し、かつ、その粒子の分布が広がることがわかっていました。しかし、低エネルギーの粒子がどのように、どこで、エネルギーを獲得し高エネルギーをもつようになるのか、その過程や場所は、詳しくはわかっていませんでした。

謎が解けないままだったのは観測の問題もありました。衛星によって、プラズマや電場・磁場をその場で観測できるのはジオスペースの中で「点」と言ってもいいほど狭い領域だけです。加えて、衛星は地球を周回しながら観測するため、プラズマや電場・磁場の時間変動も、同じ場所をモニターし続けることはできません。さらに、荷電粒子がエネルギーを獲得するのは極めて短時間で起こるため、荷電粒子がエネルギーを獲得するプロセスを調べるためには、10 ミリ秒程度の高い時間分解能で様々なエネルギーを持つ荷電粒子の密度、電場・磁場の変動を捉えなければなりません。

本研究で、国際共同研究チームは、地上観測網 PWING (study of dynamical variation of Particles and Waves in the INner magnetosphere using Ground-based network observations) とジオスペース探査衛星「あらせ」を用い、これらの観測からくる制限を克服しました。



図1 ジオスペース探査衛星「あらせ」と地上観測網 PWING の協調観測のイメージ。「あらせ」でジオスペースの荷電粒子や電場・磁場の変動を測定する。同時に地上では、オーロラ発光から荷電粒子が地球大気へ降下する様子や、荷電粒子と相互作用する電磁場を測定。これにより、地球大気とジオスペースの荷電粒子や電磁場の変化をグローバルに全経度帯（もしくは地方時）でモニターする。

「あらせ」打ち上げ後の機器立ち上げを終え、定常観測を開始した直後の2017年3月30日、「あらせ」によってコーラス波動を捉えたのとほぼ同時刻に地上（ガコナ・アラスカ）でオーロラ発光を観測し、数百ミリ秒の単位でコーラス波動とオーロラの明るさ発光領域の分布の変化が一致することを示しました。このように短いタイムスケールで、コーラス波動とオーロラ発光の変動が一致するのは予想外の発見でした。

コーラス波動が発生する宇宙空間と地上の観測地の距離は約3万キロメートル。オーロラは高エネルギー電子が大気中に降り込んで発生する現象ですので、まさにコーラス波動発生後、瞬時にオーロラ発光が起こったことになります。このような結果が得られたのは、PWINGの超高時間分解オーロラカメラと、「あらせ」の世界最高の時間分解能で電磁場の観測の同時観測が可能になったためです。

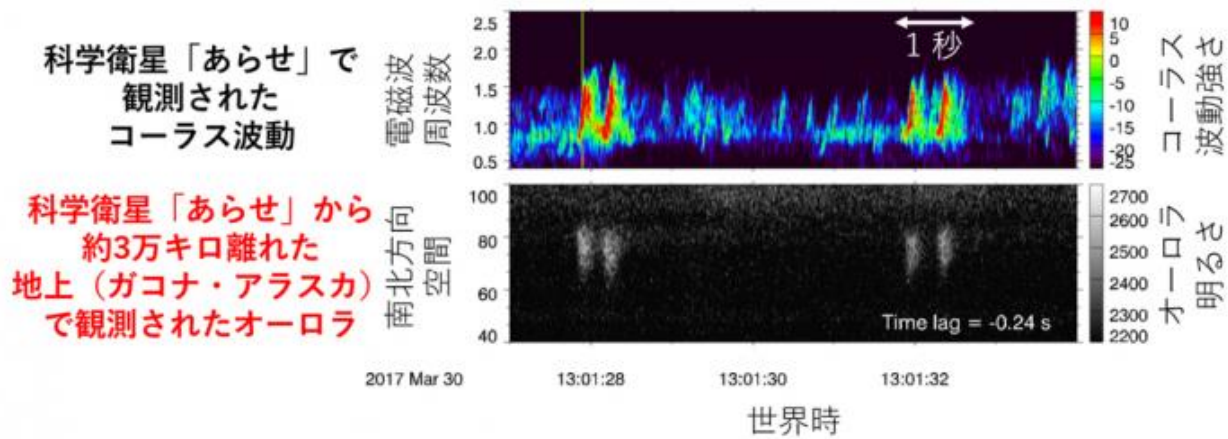


図2 ジオスペース探査衛星「あらせ」で観測したコーラス波動と地上観測網 PWING によりガコナ・アラスカで観測されたオーロラ発光の時間変化。強いコーラス波動をジオスペースで観測したのとほぼ同時刻にオーロラ発光が観測されている。また、コーラス波動とオーロラ発光の変動は1秒以下のタイムスケールで一致している。

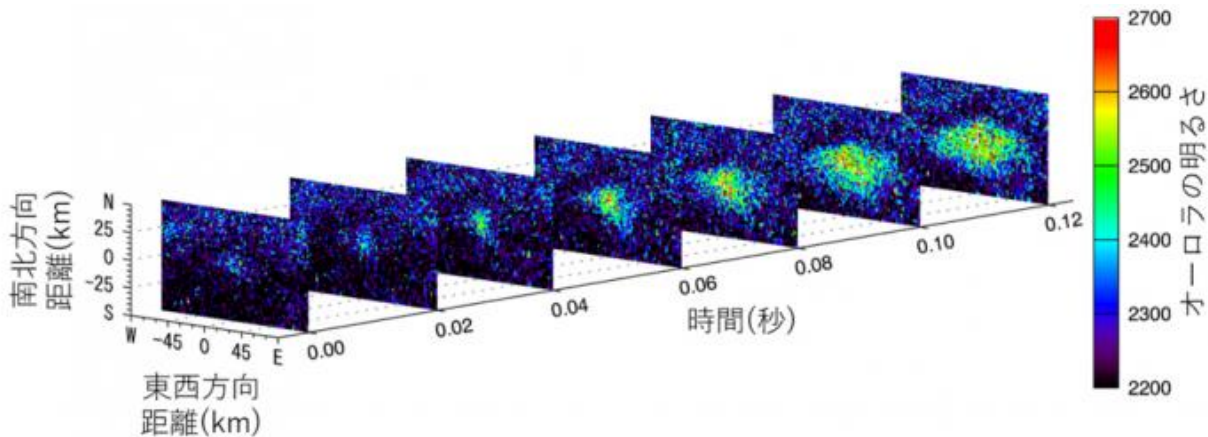


図3 観測されたオーロラ発光の空間分布の時間変化。画像の1ピクセルごとの明るさの変化は磁力線に沿ってオーロラ発光の原因となる荷電粒子（この場合は電子）の時間変化に対応している。一方、オーロラ発光領域が変化するの、オーロラ発光の原因となる荷電粒子が磁力線を横切る方向に空間変化していることに対応している。

図2が示すように、今回の研究では、コーラス波動とオーロラ発光を一対一対応させることに成功しました。つまり、ジオスペースにおいて「一点」の観測を地上の観測と結びつけることができたのです。次のステップはこの情報を使って、地上のオーロラ観測データからジオスペースでのコーラス波動の広がりや変動を推測することです。コーラス波動はジオスペースの高エネルギー荷電粒子の増減に寄与します。オーロラ観測から、ジオスペースのどこで、どのくらいの範囲にわたって、どのくらいの強さのコーラス波動が発生し、継続時間はどのくらいだったのかを知ることができれば、高エネルギー荷電粒子がどこで、どのくらい増加するのかの予測につながります。より正確な宇宙天気予報を実現するため、今後も「あらせ」や地上観測網、また、海外で打ち上げられた衛星の観測が続きます。

本研究は、科学研究費助成事業（15H05747, 15H05815, 16H06286, 16H04056, 17H06140, 17K06456）および金沢大学先魁プロジェクトの支援を受けて実施されました。また、PWING の観測網は主に特別推進研究支援によって整備されました。また、PWING 地上観測網データベース構築の一部は、IUGONET（Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork）の支援を受けました。科学衛星「あらせ」、地上観測データは、JAXA 宇宙科学研究所と名古屋大学が共同運用している ERG サイエンスセンターから配信されているものです。

参考リンク：PWING <http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/dimr/PWING/>

掲載論文

掲載誌：Nature Communications

論文名：["Visualization of rapid electron precipitation via chorus element wave-particle interactions"](https://doi.org/10.1038/s41467-018-0799-1)

(コーラスエレメント波動粒子相互作用による急速電子降下の可視化)

著者名：Mitsunori Ozaki¹, Yoshizumi Miyoshi², Kazuo Shiokawa², Keisuke Hosokawa³, Shin-ichiro Oyama^{2, 4}, Ryuho Kataoka^{5, 6}, Yusuke Ebihara⁷, Yasunobu Ogawa^{5, 6}, Yoshiya Kasahara¹, Satoshi Yagitani¹, Yasumasa Kasaba⁸, Atsushi Kumamoto⁸, Fuminori Tsuchiya⁸, Shoya Matsuda⁹, Yuto Katoh⁸, Mitsuru Hikishima⁹, Satoshi Kurita², Yuichi Otsuka², Robert C. Moore¹⁰, Yoshimasa Tanaka^{5, 6, 11}, Masahito Nosé², Tsutomu Nagatsuma¹², Nozomu Nishitani², Akira Kadokura^{5, 6, 11}, Martin Connors¹³, Takumi Inoue¹, Ayako Matsuoka⁹, and Iku Shinohara⁹

(尾崎 光紀¹, 三好 由純², 塩川 和夫², 細川 敬祐³, 大山 伸一郎^{2, 4, 5}, 片岡 龍峰^{5, 6}, 海老原 祐輔⁷, 小川 泰信^{5, 6}, 笠原 禎也¹, 八木谷 聡¹, 笠羽 康正⁸, 熊本 篤志⁸, 土屋 史紀⁸, 松田 昇也⁹, 加藤 雄人⁸, 疋島 充⁹, 栗田 怜², 大塚 雄一², Robert C. Moore¹⁰, 田中 良昌^{5, 6, 11}, 能勢 正仁², 長妻 努¹², 西谷 望², 門倉 昭^{5, 6, 11}, Martin Connors¹³, 井上 拓海¹, 松岡 彩子⁹, 篠原 育⁹)

¹ 金沢大学, ² 名古屋大学, ³ 電気通信大学, ⁴ オウル大学, ⁵ 国立極地研究所, ⁶ 総合研究大学院大学, ⁷ 京都大学, ⁸ 東北大学, ⁹ JAXA 宇宙科学研究所, ¹⁰ フロリダ大学, ¹¹ データサイエンス共同利用基盤施設, ¹² 国立研究開発法人情報通信研究機構, ¹³ アサバスカ大学

掲載日時：2019 年 1 月 16 日 10 時 (英国時間) にオンライン版に掲載 DOI : 10.1038/s41467-018-0799

<https://www.asahi.com/articles/ASM286X9FM28UEHF016.html>

オーロラ爆発の下、大量の電子 専門家「通り道がある」

[東山正宜](#) 2019 年 2 月 11 日 13 時 00 分



[爆発的に活動が活発になった南極のオーロラ＝2017年6月30日、南極・](#)

[昭和基地、国立極地研究所撮影](#)

[オーロラ](#)が急に明るくなって激しく活動する「[オーロラ](#)爆発」では、光の帯のかなり下側まで大量の電子が流れ込んでいることが、[国立極地研究所](#)の観測で分かった。[宇宙](#)から高度65キロ付近まで入ってきていると推定されるという。

[宇宙へ 終わらない旅](#)

[昭和基地](#)で2017年6月30日夜、[オーロラ](#)が激しく活発する現象が5分ほど観測された。この時、[オーロラ](#)が光っている高度約100キロよりかなり下の65キロ付近まで大量の電子が流れている様子がレーダーに映った。電流の量は1平方メートル当たり0・3ミリワットで、南極の上空全体では30万キロワットほどになるという。

たまたま上空を飛んでいた[宇宙航空研究開発機構](#) (JAXA) の[人工衛星](#)「[あらせ](#)」のデータとつぎあわせると、この電子は、上空数千キロに広がるバンアレン帯から流れ込んでいることがわかった。

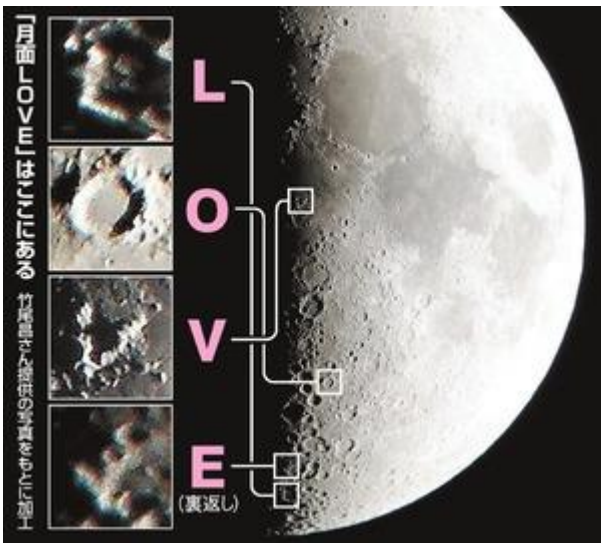
[オーロラ](#)は[宇宙](#)からの高エネルギー粒子が空気の分子にぶつかって光る現象。粒子には電子も含まれることは知られていたが、極地研の片岡龍峰准教授は「電子がこれほど低い高度まで入り込んでいるとは思われていなかった。限られた時間だけ開く、電子の通り道があるらしい」と驚いた。

論文は下記 (<https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-019-0989-7>) で読める。

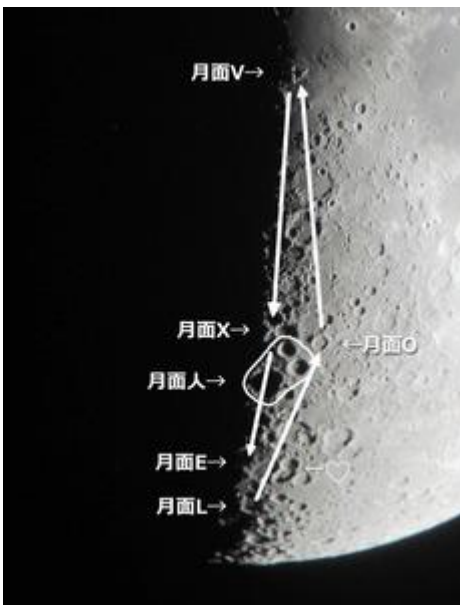
([東山正宜](#))

「月面LOVE」バレンタイン2日前が観測のチャンス

[小坪遊](#) 2019年2月10日 18時00分



[「月面LOVE」はここにある](#)



月の表面にアルファベットの「LOVE」の4文字が浮かび上がっているように見える地形が、[バレンタインデー](#)直前の12日に見られるかもしれない。昨年この現象を発見した[愛媛県](#)の天文愛好家団体が観測を呼びかけている。

[月の「LOVE」見つけた NASAの今日の1枚に採用](#) [「これ、本番ですか？」言葉でたどる宇宙開発](#)

地形が見られるのは、半月の「上弦の月」の頃。地形はいつも存在するが、太陽光の当たる角度などの影響で、この時期が見やすいという。4文字は月面の明るい部分と影の部分の境界付近上に並ぶ。

ほぼ中央に「V」が、下部に「L」と裏返し「E」があり、「O」はクレーターの一つだ。月面の写真を拡大しないと見つからないほど小さいが、よく見るとくっきりと文字が浮かぶ。ほかにも「X」や「♡」などに見える地形もあるという。

昨年3月、[愛媛県](#)の天体愛好家、竹尾昌さんが撮影に成功。「月面LOVE」と名付けた。さらに同11月には、[米航空宇宙局](#)（NASA）の「今日の天文写真」にも選ばれ、話題になった。

当日は、天体望遠鏡などを使って観察するのがおすすめだ。竹尾さんが隊長を務める天文愛好家団体「えひめ星空キャラバン隊」（[松山市](#)）は、地元で観測会を予定している。月の動きや天候によっては見られない場合もあるが、竹尾さんは「せっかくの機会。ぜひ『LOVE』を探して楽しんでほしい」と話している。（[小坪遊](#)）



国際宇宙ステーションでの体験を語る金井宣茂宇宙飛行士＝2019年2月6日、大

阪市内、田中誠士撮影



シンポジウムで宇宙の話を聞くタレントの中川翔子さん＝2019年2月6日、大阪市

内、田中誠士撮影



宇宙での長期滞在と健康維持について考える「朝日宇宙フォーラム2019」（主催・朝日新聞社、後援・JAXA、協賛・ヤクルト本社、協力・ANAホールディングス、東宝東和）が6日、[大阪市](#)で開かれた。

【特集】[宇宙飛行士かく語りき](#) [特集：宇宙・天文](#)

フォーラムでは「宇宙医学」の重要性について話し合った。昨年6月に[国際宇宙ステーション](#)（ISS）から帰還した[宇宙飛行士](#)の金井宣茂さん（42）が「過酷な宇宙環境での健康維持」をテーマに講演。半年近くにわたる宇宙での生活について、「マシンで毎日2時間半トレーニングしないと、骨や筋肉がどんどん弱っていってしまう」などと体験を語った。

パネルディスカッションでは、金井さんやタレントの[中川翔子](#)さん（33）らが、最近の宇宙に関するニュースについて話しあった。

中川さんが「（宇宙で）急に盲腸とかになったらどうしますか。オペはしてくれないんですか」と質問すると、金井さんは「実はISSは上空400キロと、非常に近いので、ミッションを途中でやめて、緊急帰還します。この先、月や火星に行くと、病院的なものは必要になると思う」と答えた。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/19/012800062/>

土星の1日の長さが判明、太陽系で唯一謎だった

土星と環との「共鳴」から自転の周期を計算、最新研究 2019.01.28



土星の環の一部に本体の影が落ちている。NASAの探査機カッシーニが2016年10月に最後に撮影した数点の画像を合成したもの。（PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUTE）

[画像のクリックで拡大表示]

土星を取り巻く繊細な環。美しいのはもちろんだが、魅力はそれだけではない。信じられないような科学的な事実も打ち明けてくれるのだ。

このほど天体物理学の学術誌「The Astrophysical Journal」に、環に生じる波を利用して、土星の1日の長さを解明した論文が発表された。論文によると、**土星の1日は10時間33分38秒**であるという。科学者たちはこれまで、土星の1日の長さがわからないことを何十年も歯がゆく思っていた。

これは重要な発見だ。「太陽系のどの惑星についても、1日の長さは根本となる特性ですから」と、NASAの土星探査機カッシーニのミッションに参加していた米アイオワ大学の物理学者ビル・カース氏は言う。惑星の1日の長さを知ることは、その重力場や内部構造を解釈するのに役立つ。(参考記事：[「金星の自転速度が低下？」](#))

「自転の測定が困難な惑星は土星だけです」と言うのは、SETI 研究所の上級研究員マシュー・ティスカレーノ氏だ。地球のような岩石惑星なら、表面の特徴を追跡すれば自転速度がわかる。また、木星、天王星、海王星はガス惑星だが、自転軸に対して傾いた磁場を持ち、自転とともにそれがふらつくため、それを利用して自転速度を計算できる。(参考記事：[「天王星、傾いた自転軸の謎が明らかに」](#))

対して、土星は非協力的だ。まず、土星はガス惑星なので、追跡できるような表面の特徴はない。また、複数の観測により、土星の磁軸は回転軸とほぼ完全に一致していて、自転による磁場の変化が検出不可能なほど小さいことが確認されている。

【動画】土星入門

土星を取り巻く環はどのようにして形成されたのだろうか？ 土星の衛星は何個あるのだろうか？ かつてクリスチャン・ホイヘンスやジョヴァンニ・カッシーニも観察した巨大なガス惑星のすばらしい画像の数々を紹介する。(解説は英語です)

太陽系のドラムセット

この難問を解く方法はなかなか見つからなかったが、米カリフォルニア大学サンタクルーズ校で天文学と天体物理学を学ぶ大学院生のクリストファー・マンコビッチ氏らの研究チームが名案を思いついた。

氷と塵からできた土星の環は、静かな場所ではない。土星のまわりを回る衛星が近くを通り過ぎるときには、その引力により大小の波が立つ。環の波は、土星の深部にある物質が振動するときも生じる。質量の移動により、土星の重力場に変化が生じれば、環に及ぼす引力も変化するからだ。(参考記事：[「土星の環、不安定で激変の状態で判明」](#))

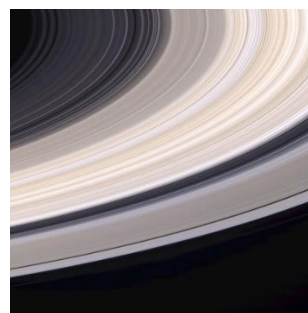
これは、ドラムセットのスネアドラムが、ほかの楽器に共鳴して音を立てる現象に少し似ている。

「その振動を音として聞くことはできませんが、土星は楽器によく似ているのです」とマンコビッチ氏。「楽器のように、土星の『音』は、大きさ、形、組成、温度など全体の構成によって決まります」

土星の環を波立たせるのは、さほど難しくない。土星の周囲や内部で、中ぐらいの衛星ほどの質量が移動すると、環の一部をぐらつかせる。この振動に環が共鳴する場合、小さなぐらつきがはっきりした「らせん波」になる。

らせん波の性質は、それがどこを伝わっていて、どのような原因で生じたかによって異なる。マンコビッチ氏のチームはこのことを念頭に置き、土星の環にできる波を使って土星の内部構造を推定する数値モデルを作成した。このモデルは土星の内部の仕組みの一部を解き明かしただけでなく、1日の長さもはじき出した。

ティスカレーノ氏は今回の研究を「慎重で、信頼できるもの」と評価する。



土星の環の微妙な自然の色合い。2009 年 8 月にカッシーニが撮影。(PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUTE) [画像のクリックで拡大表示]

土星の環の上に見えるのは衛星タイタン。イタンは土星の衛星の中で最も大きい。2016 年にカッシーニが撮影。(PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUTE) [画像のクリックで拡大表示]

ギャラリー：さよならカッシーニ、写真で振り返る輝かしき偉業 19 点 (写真クリックでギャラリーページへ)
カッシーニが土星の軌道に入る 9 日前に撮影された、美しい環の写真。(PHOTOGRAPH BY NASA, JPL, CASSINI)
[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

偉大な土星探査機カッシーニの功績

土星の 1 日の長さを特定するのに、ここまで時間がかかったのはなぜだろう？ ティスカレーノ氏によると、土星の内部の質量とその不規則な振る舞いが環を波立たせる可能性が最初に証明されたのは 1990 年代初頭だったという。そして、米アイダホ大学のマシュー・ヘドマン氏のチームの最近の研究により、土星の環にできる波を使って土星の内部で起きていることを明らかにする「土星地震学 (kronoseismology)」ができあがった。なお、この概念が最初に提案されたのは 1982 年のことだ。

NASA のゴダード宇宙飛行センターの惑星科学者ジェームズ・オドナヒュー氏は、謎解きが可能になったのは、2017 年に土星に突入して役割を終えた偉大な土星探査機カッシーニのおかげだと言う。(参考記事：[「さよならカッシーニ、写真で振り返る輝かしき偉業 19 点」](#))

土星を訪れた探査機は多いが、カッシーニは 13 年にわたり土星のまわりを周回し、先例のない高い解像度で環の観測を行った。その結果、地上の望遠鏡では見ることのできない詳細を見ることができたとオドナヒュー氏は言う。(参考記事：[「土星の環から「雨」が降っていた、予想外の実態も」](#))

巨大なガス惑星の内部にある「何か」が環を波立たせていることはわかったが、その正体は不明である。マンコビッチ氏は、出版前の論文を投稿するサイト「arXiv.org」に発表された 1 本の新しい論文を引用して、はるかな昔に土星に天体が衝突したせいで、今も内部はカオス状態になっており、定期的に振動しているのかもしれないと言う。「とはいえ現時点では、土星の内部を振動させているものの正体はまったくの謎です」

文=Robin George Andrews／訳=三枝小夜子

月食中の月に隕石が衝突、観測はおそらく初

赤く光る月の表面に小さく光る閃光、本当に隕石衝突なのか？

2019.01.24



1 月 20 日の皆既月食の様子。左に見える白い光の点が、隕石が月に衝突した地点を示している。(PHOTOGRAPH BY CHRISTIAN FRÖSCHLIN) [画像のクリックで拡大表示]

米国時間の 1 月 20 日、皆既月食で赤銅色に染まった「ブラッドムーン」を人々が見上げていた時、予期せぬ幸運に恵まれた人たちがいた。隕石が月にぶつかった閃光を目にしたのだ。

「めったに起きない出来事がそろいました」と、米ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校の博士号候補生、ジャスティン・カワート氏は話す。「このくらいサイズの物体は、だいたい週に 1 回は月にぶつかっています」とカワート氏。だが、この観測が事実だと確認されれば、月食の間にこのような衝突が記録された初の例となるかもしれない。

月食の最中に、観測していたある人が衝突らしき瞬間を発見。ソーシャルニュースサイト「Reddit」の宇宙コミュニティに投稿し、他のユーザーたちの反応を待った。このニュースはソーシャルメディアでたちまち拡散し、

その間にも、皆既月食を見られる地域の人たちが、小さな光の瞬きをとらえた画像や動画を投稿した。

当初、多くの科学者は半信半疑でニュースに接した。カナダ、トロント大学の惑星科学者サラ・マズルーイー氏は、ツイッターで話題になっているのを目にして、「局地的な現象なのか、あるいはカメラに関係があるのだろうかと思いました」と語る。

衝突による閃光はかすかな上、すぐに消えるため、画素のエラーと混同しやすい。しかし、次々ともたらされる写真は同じ事実を示していた。皆既月食が始まったばかりの世界時（UT）4 時 41 分、月の西側にある直径 85 キロほどのクレーター「ビュルギウス」の南で、ごく小さな光の点がきらめいていたのだ。（参考記事：[「月食にまつわる各地の神話」](#)）

「どの画像も、同じ画素が明るく光っているようです」とマズルーイー氏は言う。この一致は、閃光が実際に衝突だったことを強く示唆している。

NASA ゴダード宇宙飛行センターの科学研​​究員、ノア・ペトロ氏は、「みんなが一斉にこれを目撃するとは、世界中の誰も思っていなかったでしょう」と話す。（参考記事：[「ギャラリー：世界が沸いた皆既月食と火星のコラボ 写真 11 点」](#)）

かすかな閃光を探して

観測していたのは、アマチュア天文家たちだけではない。スペイン、ウェルバ大学の天体物理学者、ホセ・マリア・マディエド氏は、月面衝突検出・分析システム「MIDAS」の共同ディレクターを務めている。皆既月食のとき、マディエド氏は貴重な天文イベントを観察しようと職場に残り、プロジェクトで使う望遠鏡 8 台を月に向けていた。

MIDAS チームは普段、地球の仲間である月に降り注ぐ大量の隕石について調べようと、衝突を示すサインであるかすかな閃光を探して月に目をこらしている。しかし、満月のときには、こうした光はたいてい弱すぎて見つけれない。そこでチームは、観測の大半を新月の前後 5 日間に行っている。一方、いつもは明るい満月の光も月食のときには鈍るため、ごく小さな一瞬の光をとらえる貴重な機会となる。

【動画】月食のしくみ

「ブラッドムーン」とも呼ばれる皆既月食を不吉なできごとととらえる古代文明もあった。現在では、この天文現象は興奮と驚きを人々にもたらず。観測できる場所が限られる日食とは異なり、皆既月食は夜であれば地球上どこからでも観測できる場合が多い。月食の仕組みと、月が赤く見える理由を説明する（解説は英語です）。

これまでの月食では衝突を見つけられずにいたが、マディエド氏は望みを捨てていなかった。「自分の中の何かが、今がその時だと告げていた」からだとは彼は振り返る。そしてやはり、努力は報われた。

「本当にうれしい見返りがありました」とマディエド氏。

月への衝突からわかること

次のステップは、多くの観測結果を集めて事象を詳細に調べ、できるなら月面に形成された新しいクレーターの画像を得ることだと科学者たちは話している。

「地球と月の距離は近いため、月への天体衝突を観察すれば、地球への衝突の頻度についても多くを知る手がかりになりえます」とマズルーイー氏は説明する。氏はこのほど発表した論文で、大きな天体が月、ひいては地球に降り注ぐ頻度が太古の時代に急増したことを詳細に研究している。（参考記事：[「地球への天体衝突が 2.9 億年前に急増、今も継続か」](#)）



赤銅色になった「ブラッドムーン」のクローズアップ。隕石衝突による閃光が写っている。(PHOTOGRAPH BY CHRISTIAN FRÖSCHLIN) [画像のクリックで拡大表示]

登山家のシルエットの向こうに昇る満月。明るく輝いた月は、この後 21 世紀最長の皆既食となり、「血のような赤色」に変わった。(PHOTOGRAPH BY ALI IHSAN OZTURK/ANADOLU AGENCY, GETTY IMAGES)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

普段からたくさんの小さな隕石が太陽系を突っ切っていくが、私たちは地球の大気によって守られている。ただし、地球を周回する多数の人工衛星は影響を受けることがある。こうした衛星は、ナビゲーションや通信、天気予報など、さまざまな機能を維持するのに欠かせない。

「科学者にとっては、月への小さな衝突を調べることで、地球に大きな衝突が起きたときの影響を知る手がかりになります」とマディエド氏は話す。(参考記事：[「【解説】史上初、月の裏に着陸成功のインパクト」](#))

新クレーターは見つかるか

とはいえ、すでに穴だらけの月面で今回の衝突でできた新しいクレーターを見つけるには、多少の作業が必要だろう。このプロセスに不可欠な探査機が、NASA の月探査衛星「ルナー・リコネサンス・オービター (LRO)」だ。2009 年に打ち上げられて月の周回軌道に入った LRO は、その表面を驚くほど詳細に調査している。これまでに、月面の地形に起こった変化を数百も記録し、その中には新しいクレーターも 20 個以上含まれている。

参考ギャラリー：世界が沸いた 2018 年 7 月の皆既月食 写真 11 点 (画像クリックでギャラリーへ)

LRO は過去に、衝突を示す閃光の第 1 報を受けてクレーターを発見した実績もある。2013 年 3 月 17 日、NASA マーシャル宇宙飛行センターの研究者たちは、今回同様の微弱な光が月面で明滅するのを目撃したと報告。LRO の 3 台のカメラが閃光の前後に撮った月面の画像を比較して、衝突による破片の流れを追跡、関連するクレーターを突き止めた。(参考記事：[「月形成時の衝突の痕跡を小惑星帯からの隕石で発見」](#))

ただし、LRO のカメラを担当するチームは、月面を撮影する際に特定のクレーターを目標にはしていない。LRO プロジェクトに携わるノア・ペトロ氏によると、LRO は本来、ある期間中の平均衝突数を算出できるよう、月面の状態をランダムに撮影している。新しいクレーターを特定の目標にすると、統計用のサンプリングが妨げられるだろう。

それでも、研究者らは、新しいクレーターの位置を徐々に絞り込み、衝突についての情報を一つひとつ明らかにすることで、クレーターがあるはずの範囲を探査機が通過するかどうか知ることができる。マディエド氏らのチームは、予想されるクレーターの大きさと位置を計算できるよう、衝突のエネルギーと質量の推定に乗り出している。同氏の最初の計算では、隕石の大きさはアメリカンフットボールくらい、できたクレーターは直径 7～10 メートルほどという結果が出た。

冒頭のカワート氏も、アマチュア天文家クリスチャン・フレッシュリン氏の写真を使い、隕石の落下地点を特定しようと試みている。カワート氏は、クレーターが月面の南緯 29.47 度、西経 67.77 度の地点周辺にあると推定しているが、精度には注意しなければならない。画像の 1 ピクセルは、幅約 4 キロの範囲を表すからだ。

「ですから、もし 1 ピクセルずれたまま、その位置を目標にすれば、クレーターを完全に見逃す可能性があります」とカワート氏。

この探査機が最終的に新しいクレーターを見つけるかどうかはともかく、一連の出来事は、ソーシャルメディアが果たせる役割を知らしめたとペトロ氏は話す。自然現象に関するデータ収集という、重要だが見過ごされがちな役割だ。(参考記事：[「2019 年、絶対に見たい天体ショー9 選」](#))

ペドロ氏は続けた。「月食を迎えるとき、ブラッドムーンはすごく面白いと言いましたが、今回の観測はまさに血が沸き立つ面白さだとあらためて教えてくれています」

文=Maya Wei-Haas／訳=高野夏美

地球への天体衝突が 2.9 億年前に急増、今も継続か

過去 10 億年の衝突ペース変化を初めて解明、「信じられないような結果」 2019.01.21



38 億～40 億年前の地球の想像図。この時代は「後期重爆撃期」と呼ばれ、隕石が雨のように降り注いでいたと考えられている。(ILLUSTRATION BY DANA BERRY, NAT GEO IMAGE COLLECTION)

[画像のクリックで拡大表示]

46 億年前に誕生して以来、太陽系は危険な場所であり続けている。地球をとりまく宇宙空間はかつて、仕掛けが満載のピンボールマシンのように、小惑星や彗星があちこちで衝突しては、生き残った天体の表面にクレーターを残していた。

今でも、あらゆる形や大きさの天体が、地球のまわりでぶつかり合い続けている。しかし、時間の経過とともに衝突の回数が具体的にどのように変化していったかは明らかになっていなかった。

だが、1 月 18 日付けの科学誌「サイエンス」に発表された論文で、驚くべき事実が明らかになった。NASA の月探査衛星のデータを使った研究によると、天体が月に衝突するペース（ひいては天体が地球に衝突するペース）が 2 億 9000 万年前に激増していて、その影響がまだ続いているかもしれないというのだ。

これは重大な問題だ。大きな天体は大気中で燃え尽きずに地表に衝突し、大量絶滅を引き起こすおそれがあるからだ。6600 万年前に恐竜（鳥を除く）を絶滅させたのも、そうした天体の衝突だったことがわかっている。

（参考記事：[「小惑星衝突「恐竜絶滅の日」に何が起きたのか」](#)）

NASA の惑星防衛調整局は地球に危険を及ぼすおそれのある小惑星を監視しているが、太陽系内で小惑星が衝突する頻度が明らかになれば、彼らの監視活動にも大いに役に立つはずだ。地球に衝突する小惑星について知るのは、私たちの生存を脅かすものについて理解を深めることなのだ。（参考記事：[「3 月 5 日に小惑星が地球スレスレを通過、NASA が発表」](#)）

【動画】生命の星、地球

地球は生命の存在が確認されている唯一の惑星だ。地球の起源と、この小さな青い惑星がユニークな生態系を持つに至った要因を見ていこう。（解説は英語です）

砕けてゆく月の石

天体が衝突するペースの変化を調べるのは一筋縄ではいかない。地球上には活発なプレート運動や風化や侵食作用があり、古代のクレーターの記録がどんどん消されてゆく。したがって、天体衝突の記録は新しいものほど偏って多くなる。

けれども月は、大気がないので侵食がなく、プレート運動もないため、地質学的記録は比較的手つかずの状態に残っている。さらに月は誕生以来ほぼずっと地球の傍らにいたため、地球への衝突記録の穴を埋めるのに利用できる。（参考記事：[「【解説】史上初、月の裏に着陸成功のインパクト」](#)）

今回の研究チームを率いたカナダ、トロント大学の惑星科学者サラ・マズルーイー氏は、「月は、地球の近くで起きた出来事を記録するタイムカプセルです。これだけのデータを保存する天体があることは、実に好都合です」と言う。

しかし、月にあるデータを入手するのは必ずしも容易ではない。自ら現地調査に行くわけにもいかないので、天文学者は、ほかの方法でクレーターの年代を特定しなければならない。マズルーイー氏らは、NASA の月探査衛星「ルナー・リコネサンス・オービター（LRO）」を使って、10 億年前から今日までの月のクレーターの位置

と形成年代を調べる方法を考案した。(参考記事：[「月面の新クレーター、LRO 撮影」](#))

月のクレーターについては、過去 10 億年間に形成された大きなクレーターは大量のがれきに覆われているが、それよりも古いクレーターはがれきに覆われていないことが知られている。クレーターがまだ新しいうちは、微小隕石の衝突や小規模なガスの噴出、昼の高温と夜の低温の極端な温度差の繰り返しにより、大きな岩石が徐々に砕かれて細かいダストになっていくからだ。(参考記事：[「月形成時の衝突の痕跡を小惑星帯からの隕石で発見」](#))

岩石がダストに変化すると、クレーターやその周辺からの熱の逃げ出し方も変化する。論文の共同執筆者であるトロント大学惑星科学科のレベッカ・гент准教授は、この点に着目した。

гент氏は、月面から放射される熱を測定する LRO の熱放射計「ディバイナー」のデータを、形成年代がわかっているクレーターのデータと比較。クレーターを覆う岩石の割合と、岩石が熱を伝える能力と、クレーターの年代の間に「きれいな相関」があることに気づいた。(参考記事：[「月に新しいタイプの火山を発見」](#))

ディバイナーを利用して直径 10 キロ以上のクレーターの形成年代を特定できるようになったことで、マズルーイー氏は研究に着手した。5 年がかりの手作業により月面の 10 億年分のクレーターの地図を完成させた彼女は、信じられないような結果を見て、自分は気が確かだろうかと思った。そこで、米サウスウエスト研究所の惑星科学者で小惑星の専門家であるビル・ボトキ氏に予備的な結果を見せて意見を聞いた。

論文の共著者の 1 人となったボトキ氏はマズルーイー氏に、「ときに黄金の壺の上に座っていながら、それに気づかない人がいます」と言った。「あなたのことですよ」。彼女の発見は本物だった。

今から 2 億 9000 万年前、月に天体が衝突するペースが、それまでの 7 億 1000 万年間に比べて 2~3 倍に急上昇していたのだ。

地球でも衝突が急増したのか？

科学者たちは地球でも同じように天体衝突ペースが変化したはずと考えたが、侵食作用のある地球上でその証拠を見つけるのは難しそうだった。しかし、論文の共同執筆者である英サウサンプトン大学地球科学科のトーマス・ガーノン准教授が、キンバーライトという岩石を利用してクレーターの侵食を推測できることに気づいた。

キンバーライトは地下のマグマが冷え固まってできる火成岩で、非常に古く安定した大陸の地中で「キンバーライトパイプ」と呼ばれるパイプ状の岩脈を形成する。キンバーライトパイプは地中深くから浅い地殻までダイヤモンドを運んでくることで知られ、最近では詳細な地図が作られ、ダイヤモンドの採掘に役立てられている。

(参考記事：[「ダイヤモンド入りマグマ、ガスで上昇？」](#))

「大陸は、数千本のキンバーライトパイプが刺さった針山のようなものなのです。キンバーライトパイプが受けた侵食を調べれば、古い時代のクレーターが受けた侵食作用を知ることができます」とガーノン氏は言う。今から 6 億 5000 万年前には、地球全体が凍結する「スノーボールアース」と呼ばれる現象が起こり、キンバーライトパイプを含む地殻の 3 分の 1 が削り取られた。そのため、これより前の時代の衝突記録はほとんど残っていない。(参考記事：[「消えた 12 億年分の地層、原因はスノーボールアース」](#))

【参考ギャラリー】まるで芸術、自然の神秘がつくった世界の奇岩怪石 写真 16 点 (画像クリックでギャラリーページへ)



米イエローストーン国立公園のオールド・フェイスフル間欠泉の「卵」は多層構造をしていて、過去の熱水だまりのそのときの状態を知る手がかりになる。(PHOTOGRAPH BY MICHAEL NICHOLS, NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

それ以降では、侵食はほとんど起こっていなかった。つまり、クレーターの記録に偏りはない。それなら、2 億 9000 万年前に月で起きた衝突の増加が地球でも同様に起こったことを示しているはずだ。

ボトキ氏は、「最も単純なモデルでは、隕石の衝突ペースは 2 億 9000 万年前に増加し、まだ高い状態が続いているという結果になりました」と言う。「私たちは、この結論に自信を持っています」

米ノースカロライナ州立大学惑星地質学科のポール・バーン助教は、地球と月の記録が一致していることから、「今回の発見が本物である可能性は高いと考えられます」と言う。なお、バーン氏は今回の研究には関与していない。

月と同じように大気がなく、侵食が起こらない水星の観測データも役に立つかもしれない。欧州宇宙機関 (ESA) の水星探査機「ベピコロombo (BepiColombo)」が 2025 年に水星に到着すれば、LRO のディバイナーと同様の観測装置を使ってクレーターの地図を作成し、形成年代を調べることができるからだ。

「水星でも同じような兆候が見つかるかもしれません」とマズルーイー氏は言う。「もしそうなれば、本当にすごいことです」

小惑星帯の変動

問題は、なぜ隕石衝突が増えたのかということだ。ボトキ氏によると、地球に衝突する天体のほとんどすべてが小惑星帯からはじき出されたものだという。大きい小惑星が衝突などによりバラバラになると、多くの破片を生じる。

これらの破片は長期間にわたって太陽の光を大量に浴びる。「ヤルコフスキー効果」という物理学効果により、破片に吸収された放射が再放出されるときに、破片に小さな力を及ぼす。破片はこの力の影響を受け、たまたま地球の重力が届く場所に移動すると、衝突進路に入ることもある。(参考記事: [「2182 年、地球に小惑星が衝突？」](#))

「何らかの原因により小惑星帯から多くの小惑星がはじき出されると、少し遅れて、地球に降り注ぐ隕石が増加します。その数は時間とともに徐々に減少していくでしょう」と、ボトキ氏は説明する。

小惑星帯から多くの小惑星をはじき出したのは、数回にわたる小惑星帯の分裂かもしれないし、たった 1 度の大異変かもしれない。正解は将来のモデル研究によって明らかになるだろう。

その原因が何であれ、衝突ペースの増加は、地球の過去の解明に興味を持つだけでなく、恐竜と同じ運命をたどることを回避したいと願う科学者にとっては、興味の尽きない研究テーマだ。

文=Robin George Andrews／訳=三枝小夜子

<http://www.isas.jaxa.jp/topics/002033.html>

2019 年 1 月 29 日

小型望遠鏡で捉えた小天体の影



今回発見された小天体の想像図。半径約 1.3 キロメートルで、惑星の材料が生き残ったものと考えられる。Credit: Ko Arimatsu

太陽系内にある小サイズの天体（小惑星など）が、背景の恒星を隠す現象を市販の小型望遠鏡で捉えることに、京都大学・国立天文台・JAXA 宇宙科学研究所などからなる研究チームが成功しました。研究チームは、この天体が海王星よりも外側に分布しているエッジワース・カイパーベルト天体であると推測しています。今回の研究

手法により、直接撮影することが難しい小天体を多数発見できれば、いまだに謎の多い太陽系の誕生時の姿を知るための大きな手掛かりとなると期待されます。

太陽系で最も太陽から遠い惑星である海王星の外側には、小天体が分布する領域があることが知られています。エッジワース・カイパーベルト（もしくは、単にカイパーベルト）と呼ばれるこの領域に分布している天体は、地球などの惑星を作る材料になった小天体が、惑星への成長過程からとり残された結果、現在も存在していると予測されてきました。カイパーベルト天体は直径 2500 キロメートルほどもある天体も知られていますが、より小さな天体ほど数が多いことがわかっています。また、探査機 Voyager 1 と 2 の観測からは、マイクロメートルサイズのダストと呼ばれる天体も検出されています。しかし、その中間である彗星核と同程度のキロメートルサイズの天体は数例しか報告されていませんでした。このような小天体は太陽光を反射してしか光りません。そのため、あまりに暗く、すばる望遠鏡などの大型望遠鏡を使っても直接観測することはできないためです。

京都大学所属の有松亘（ありまつ こう）研究員を中心とする研究グループは、背景にある恒星の光を手前の小天体が遮ることにより、恒星が一時的に暗くなるという現象をつかって、カイパーベルト天体を発見しようという観測を実施しました。

市販の口径 28 センチメートルの望遠鏡に高速ビデオカメラを装着し、多数の恒星を記録するのです。研究グループは、沖縄県宮古島市に設置した 2 台のシステムで同じ領域を同時に観測し、2000 個の恒星を 60 時間にわたってモニターしました。その結果、ある一つの恒星が 0.2 秒間だけ暗くなったところが捉えられました。理論計算と比較したところ、この現象は、カイパーベルトにある（具体的には地球から約 50 億キロメートル離れたところにある）半径およそ 1.3 キロメートルの極めて小さな天体が、恒星の前を通りその光を遮ったことで起きたと考え、観測を再現できることがわかりました。この方法では、より地球の近くにある、より小さな天体も同様の現象を引き起こす可能性があります。ですが、カイパーベルトより地球近くにあり、観測結果を再現する天体の密度はカイパーベルト天体よりもずっと低いため、研究チームでは、観測された現象はカイパーベルトにある小天体であると考えています。

今後も同じような観測を続けることで、多くの観測例を集めることで、惑星の材料となった小天体の分布が明らかにできると期待されます。

この研究成果は、K. Arimatsu et al. '[A kilometre-sized Kuiper belt object discovered by stellar occultation using amateur telescopes](#)' として、2019 年 1 月 28 日発行の英国の科学雑誌『Nature Astronomy』オンライン版に掲載されました。

<http://news.livedoor.com/article/detail/15997062/>

月で見つけた「地球最古の岩石」 40 億年前に形成か

2019 年 2 月 9 日 9 時 0 分

[Forbes JAPAN](#)



[写真拡大](#)

地球はきわめて活発な惑星だ。海底の山脈ではマントルが沸き上がって新たな岩石が形成され、地殻を押し引きしている。2 つのプレートが衝突する部分では一方が他方の下に潜り込んでマントルの中に沈み、再び溶ける。

このプロセスによって地殻は常に新しく生まれ変わっている。そのため、地球上のほとんどの岩石は今から 2

億年前に形成されたものだ。地球誕生から 40 億年前までの 5 億年を指す冥王代（めいおうだい）の岩石が残っているケースは極めて稀と言える。

これまで地球最古の岩石とされていたのが、カナダ北西部にあるアカスタ片麻岩（へんまがん）で、約 40 億 3000 万年前のものと推測されている。1980 年代に発見され、近くを流れるアカスタ川からその名がつけられた。地質的に比較的安定したカナダ盾状地（たてじょうち）に位置しているため、これほどの長い間にわたり状態が維持されていた。

そんな中、1971 年のアポロ 14 号の[宇宙](#)飛行士たちが月で採取した角礫岩（かくれきがん）が、40 億年以上も前の地球の石だったという論文が発表された。月から持ち帰られたこの石は地球上でも最も古い岩石だった可能性が高い。

学術誌「Earth and Planetary Science Letters」に発表された論文によると、この石はクォーツや長石（ちょうせき）を豊富に含んでおり、その珍しい化学成分から、月では考えられないような圧力や温度により誕生したと推測される。

この石を月で形成するためには、160 キロメートルほど地中にある必要がある。しかし、それほどの深さから石を押し上げるような地質的メカニズムが月には存在しないのだ。

一方で、地球では地中約 18 キロメートルで条件を満たすことができる。地球であれば、噴火などでその深さで形成された岩が地表に出てくることもあるだろう。そのため、月から持ち帰られた角礫岩がもともと地球に存在したものだと論文では結論づけられている。

今からおよそ 40 億年前の地球に隕石が衝突し、地殻の物質が宇宙に吹き飛び、月まで届いた。そして 1971 年 2 月、月面で地質調査を行っていたアポロの宇宙飛行士がそのかけらを採取し、地球に持ち帰ったのだと考えられている。

天体はパンケーキが二つの形？ NASA「新たな謎」 2019 年 2 月 9 日 10 時 18 分

[共同通信](#)



無人探査機ニューホライズンズが撮影した天体ウルティマトゥーレ（[NASA](#) 提供・共同）

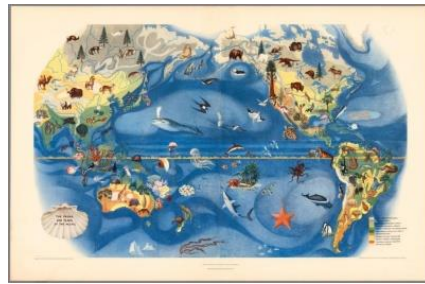
【ワシントン共同】米航空[宇宙](#)局（NASA）は 8 日、無人探査機ニューホライズンズが 1 月に撮影した天体ウルティマトゥーレは、大小二つの球からなる「雪だるま」状とみられていたが、新たに届いた観測データを分析した結果、平べったい「パンケーキ」が二つくっついたような形とみられると発表した。

NASA のチームは「こんな形の天体は太陽系で見たことがない。どうやってできたのか、新たな謎だ」としている。

全長約 30 キロのウルティマトゥーレは冥王星よりも先にあり、探査機が訪ねた最も遠い天体。探査機は 1 月 1 日に 3500 キロまで接近し、現在はさらに遠くへと飛行を続けている。

北磁極の動きが加速、原因不明、あまりに急激

グーグルやアップルも利用する「世界磁気モデル」を急ぎよ更新、米国 2019.02.06



[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

1939 年サンフランシスコ万博の壁画として描かれた、太平洋を中心に世界の動植物を示した地図

北磁極はこれまでも移動してきたが、最近そのスピードが急に上がってきている。原因は不明だ。
(PHOTOGRAPH BY NASA/JSC)

[\[画像のクリックで拡大表示\]](#)

北の磁極はじっとしていたためしがない。地球内部の「外核」を流れる液体の鉄に影響されて、過去 100 年ほど、北磁極は真北に向けてじりじりと移動してきた。ところが最近になって、専門家は異変が起こっていることに気が付いた。北磁極が急にスピードを上げて移動し始めたのだ。なぜなのかは誰にもわからない。

その動きがあまりに急激なので、慣例の 5 年ごとという予定を繰り上げて、米国は世界磁気モデル (WMM) を今年初めに更新する予定にしていた。世界磁気モデルは、携帯電話をはじめ、船舶、航空機などのナビゲーションに利用されている。ところが、米連邦議会の予算案交渉が難航し、予算が切れた連邦政府が一部閉鎖されたため、更新が延期されていた。

政府が再開し、新しい北磁極を示した最新モデルが 2 月 4 日に発表されたが、疑問は残る。北磁極はなぜこれほど速く移動しているのか。更新が遅れたことによる影響はあるのか。最近のグーグルマップの不調と何か関連はあるのだろうか。(参考記事: [「謎の地震が世界を駆け巡る、20 分超継続、原因不明」](#))

とても敏感な北磁極

地球上には、北の「極点」が 3 つ存在する。1 つめは地球の自転軸の北端にあたる真北で、いわゆる北極点だ。
(参考記事: [「北極点がヨーロッパ方向へ急移動と研究発表」](#))

2 つめは、地球を包み込む磁気圏から考えられる「地磁気北極」だ。地球の中に棒磁石が入っていると想定したときに、磁石の北端と地表が交わる点である。この棒磁石の角度は、地軸と少しだけずれている。そのため地磁気北極はグリーンランドの北西沖に位置し、過去 100 年間でわずかしき移動していない。(参考記事: [「月の表面にも小さな磁気圏」](#))

第 3 の極点が「北磁極」だ。これは、方位磁石の北をずっと追いかけていくとたどりつく場所である。地球を取り巻く磁力線が真下を向いている場所とも言える(北磁極で方位磁石は逆立ちする)。地磁気北極と違い、北磁極の位置は地下約 3000 キロより深い外核にある液体の鉄の影響を受けやすい。この流れが磁場を動かし、地上の北磁極が激しく移動する原因となっている。(参考記事: [「地球のマントル深部に液体マグマ層？」](#))

「北磁極は、とても敏感な場所なんです」と、英リーズ大学の地球物理学者フィル・リバーモア氏は言う。

世界磁気モデルとは

北磁極は 1831 年、ジェームズ・クラーク・ロスによってカナダのヌナブト準州で初めて実際に確認された。以来、北磁極は主に北極点の方向に移動した。その距離は、過去数十年間は数百キロだった(奇妙なことに、同

じ時期に南磁極はほとんど移動していない)。(参考記事：[「【解説】地球のプレート運動、14.5 億年後に終了説」](#))

こうした変化に対応するべく、米海洋大気局 (NOAA) と英地質調査所 (BGS) が作成したのが世界磁気モデルだ。BGS の地球物理学者キアラン・ベッグ氏は、「関係組織がすべて同じ地図で運営できるようにするため」と説明している。

モデルは 5 年ごとに更新されてきた。最後の定期更新は 2015 年だった。次の更新までの間、科学者たちは地上の磁気観測所と欧州宇宙機関による SWARM ミッション (地球を 1 日 15~16 周する 3 基の地磁気観測衛星) からのデータを基にモデルの正確さを確認する。今まではそれで十分だった。

20 世紀半ば、北磁極の移動距離は 1 日 30 メートル以下だった。1 年で 11 キロに満たない。ところが、1990 年代半ばに変化が現れ始めた。2000 年代初めには、北磁極は年に約 55 キロのペースで移動していた。

「高緯度で何かとても奇妙なことが起こっています」と、リバーモア氏。そしてこれが、地球内部の外核で、液体の鉄のジェット噴流が起きていた時期と重なるという。ただし、この 2 つの出来事の間に関連があるかどうかはわからない。

2018 年初めには、北磁極の現在位置と世界磁気モデルのずれが大きくなりすぎて、磁気ベースのナビゲーションシステムに支障が出る恐れが出てきた。モデルの更新は 2020 年の予定だが、その前に何か手を打たなければならなかった。

[次ページ：カナダとシベリアで「磁場の綱引き」？](#)

更新が遅れた影響は？

そこで NOAA と BGS は、直近 3 年分のデータを使って、主に米国防総省、英国防省、北大西洋条約機構 (NATO) などに向けて修正したバージョンを、2018 年 10 月にオンラインで公開した。

だが、政府機関が閉鎖されたせいで、オンライン計算機やソフトウェア、技術注記の変更など、民間用の更新が遅れていた。米コロラド大学ボルダー校の地磁気学者アーナウド・チュリアット氏は、基本的に磁気ナビゲーションの利用者は、誰でも今回の更新の恩恵を受けることになるだろうと話す。NOAA の研究者でもあるチュリアット氏は、モデルの更新に携わっていた。

現在、世界磁気モデルはグーグルやアップルをはじめ、多くの地図システムが採用している。だが、民間の用途では、さほど差はない。影響があるのは、主に緯度が 55 度以上の地域に限られるという。(参考記事：[「グーグルマップも誤記、現代人を欺く「存在しない島」](#))

「平均的なユーザーは、北極圏でトレッキングでもしていない限り、大した影響を受けないでしょう」と、ベッグ氏。

ギャラリー：古今東西の個性的な地図、16 世紀トルコ、北朝鮮「軍事秘密」地図など 6 点 (写真クリックでギャラリーページへ)

1939 年サンフランシスコ万博の壁画として描かれた、太平洋を中心に世界の動植物を示した地図。「太平洋のページェント」と呼ばれるテーマ別の巨大地図 6 点のうちの一つで、ミゲル・コバルビアス氏の作品。(COURTESY OF RUMSEY AND COVARRUBIAS) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

なぜこんなことが起こっているのか

尋常ではない北磁極の変化を見守る理由は、地図のためだけではない。地球の磁力線が変化していることは、地下数千キロメートルで起こっている事態を理解するための、数少ない手掛かりになる。

2018 年、米地球物理学連合の秋期会合で、リバーモア氏は最近の奇妙な動きについて、「磁場の綱引き」が起こっていると報告した。北磁極は、カナダ北部とシベリアにある 2 つの強力な磁場領域によってコントロールされているらしいというのだ。これまではカナダの方が強力で、北磁極をしっかりと捉えていたが、それが最近変わり始めているようだという。

「シベリアの方が戦いに勝利しそうな気配です。地理的な北極点を超えて、磁場を自分の方へ引き寄せようとしているようです」

原因は、カナダの地下の外核でジェット噴流が起こり、磁場が薄く引き伸ばされ、弱まってしまったことだろうと、リバーモア氏は推測する。ここ数十年の北磁極の北方移動とジェット噴流が起きた時期は重なっている。だが、結論を急ぐべきではないとリバーモア氏は断っている。

「両者の間には関係があるかもしれませんが、はっきりとは言えません」

[次ページ：「今後どうなっていくかはまったく予想できません」](#)

地磁気が逆転する可能性は？

カナダ天然資源省の科学的研究員ロビン・フィオリ氏は、北磁極が今後どうなるかを予測するのは難しいとしている。現在の速度を保ったままシベリアへ向かうのかどうかもわからない。北磁極に関して唯一はっきり言えることは、予測がつかないということだ。

岩石を研究すると、磁極に関してもっと奇妙な歴史も明らかになる。過去 2000 万年の間、北磁極と南磁極は何度か入れ替わっているらしいのだ。この現象は、20 万～30 万年ごとに起こるとみられている。はっきりした原因は分かっていないが、北磁極が最近おかしい動きを見せているからといって、もうすぐ地磁気が逆転するわけではなさそうだ。

「地磁気が逆転している兆候はありません。起こるとしても、過去の地質学的記録から、少なくとも数千年はかかると思われます」と、ベッガン氏は言う。

フィオリ氏も、過去に北磁極が今よりもはるかにおかしい動きを見せていたことを示すモデルがあると付け加えた。例えば、1900 年以前にも北磁極は激しく揺れ動き、カナダで何度か急カーブして南へわずかに向かっていった時期もあった。（参考記事：[「一酸化二水素、沸点、磁極 ——物理と化学の迷信」](#)）

「どれも、外核にある液体の流れが変化したことと関係しています」。最近になって急に活発化したようにみえる北磁極だが、これは今に始まったことではないのだ。

「過去数十年間と比較すれば、現在磁極の移動は速まっていますが、地球の長い歴史のなかではこんなことが何度あったでしょう」と、米ロスアラモス国立研究所の宇宙科学者ジョフ・リーブス氏は問う。

「今後どうなっていくかはまったく予想できません。わかっているのは、これまでと違う動きを見せているということです。つまり、科学的に興味をそそるということです」