

JAXA「イプシロンロケット」6号機打ち上げ失敗 ロケットに指令破壊信号送信

2022-10-12 [soraie 編集部](#) [速報班](#)



【▲ 内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられたイプシロンロケット 6号機。JAXA のライブ配信より (Credit: JAXA)】

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は日本時間 2022 年 10 月 12 日、「イプシロンロケット」6号機の打ち上げを実施しました。南日本放送 (MBC) などによると、打ち上げは失敗し、指令破壊信号が送信されたと報じられています。打ち上げに関する情報は以下の通りです。

■イプシロンロケット 6号機

打ち上げ日時：日本時間 2022 年 10 月 12 日 9 時 50 分

発射場：内之浦宇宙空間観測所

ペイロード：QPS-SAR-3、QPS-SAR-4、革新的衛星技術実証 3号機 (※6 機の衛星を搭載)

イプシロンロケット 6号機には、QPS 研究所の人工衛星 2 機「QPS-SAR-3」「QPS-SAR-4」と、「革新的衛星技術実証 3号機」が搭載されていました。QPS 研究所の 2 衛星は、合成開口レーダー (SAR) を搭載した小型の地球観測衛星です。また、革新的衛星技術実証 3号機は、以下 6 機の人工衛星で構成されていました。

- ・ 小型実証衛星 3号機「RAISE-3」
- ・ MAGNARO (名古屋大学)
- ・ MITSUBA (九州工業大学)
- ・ KOSEN-2 (米子工業高等専門学校)
- ・ WASEDA-SAT-ZERO (早稲田大学)
- ・ FSI-SAT (一般財団法人未来科学研究所)

イプシロンロケット 6号機は日本時間 2022 年 10 月 12 日 9 時 50 分に内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられました。JAXA のライブ配信では、発射から 30 秒ほどで雲の中へ消えていくイプシロンロケットの姿が捉えられていました。しかしその後、トラブルが発生して正常に飛行できないと判断され、指令破壊信号が送信されたことを MBC や NHK が報じています。イプシロンロケットは 1号機 (2013 年 9 月) から 5号機 (2021 年 11 月) まで打ち上げに成功しており、失敗は今回が初めてです。詳しい情報については改めてお伝えします。

※2022 年 10 月 12 日 14 時 16 分追記：JAXA は今回の打ち上げについて、第 2 段の燃焼終了後、第 2 段と第 3 段の分離可否を判断する時点で機体の姿勢が目標からずれていて、衛星を地球周回軌道に投入できないと判断したため、9 時 57 分 11 秒に指令破壊信号を送信したことを明らかにしました。JAXA は山川宏理事長を長とする対策本部を設置し、原因の調査を始めたとしています。



図-4 ロケットの外観(イプシロンロケット)

【▲ 参考画像：イプシロンロケット6号機の外観図（JAXA 資料より）（Credit: JAXA）】

Source Image Credit: JAXA

[MBC ニュース](#) - イプシロン6号機 打ち上げ失敗「正常に飛行できない」として破壊信号 鹿児島県

[NHK ニュース](#) - 日本のロケット「イプシロン」打ち上げ失敗 地上から破壊指令

[JAXA](#) - イプシロンロケット6号機の打上げ失敗に伴う対策本部の設置について

[JAXA](#) - イプシロンロケット6号機による革新的衛星技術実証3号機、QPS-SAR-3、QPS-SAR-4の打上げについて
文/sorae編集部 速報班

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1012/ym_221012_1123112530.html

「イプシロン」初の打ち上げ失敗、市場開拓に大打撃…機体は海中深くに沈んだか

2022年10月13日（木）1時46分 [読売新聞](#)



打ち上げられ、上昇するイプシロン6号機（12日午前9時50分、鹿児島県

肝付町で）＝佐伯文人撮影 [写真を拡大](#)

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は12日午前9時50分、鹿児島県の内之浦宇宙空間観測所から固体燃料ロケット「イプシロン」6号機を打ち上げた。打ち上げ後、姿勢に異常を確認し、6分30秒後に指令破壊の信号を送った。機体は推進力を失い、フィリピン東方の海上に落下したとみられる。今回の実績を小型人工衛星の打ち上げ市場開拓の足がかりとしたかった政府にとって、大きな打撃となった。

イプシロンの打ち上げ失敗は初めてで、日本の基幹ロケットでは、2003年の「H2A」6号機以来の失敗となった。JAXAによると、イプシロン6号機は、2段目のエンジンの燃焼終了後、第2段と第3段を分離する前に姿勢の異常が確認され、衛星の軌道投入ができなくなった。姿勢制御装置に何らかの問題があったとみられるという。文部科学省は同日、原因究明を行う対策本部を設置した。

イプシロンは全長26メートル、重さ96トンで、JAXAと宇宙企業「IHIエアロスペース」（IA、東京都）が開発した。姿勢制御に関わる部品はモーターなど多数に上る。JAXAは機体が海中深くに沈んだとみており、引き揚げて機体を直接調べるのは難しいという。同日午後に記者会見したJAXAの山川宏理事長は「大変申し訳なく思う。まずは原因を捉えて対策を打つことが信頼を取り戻す上で最も重要で、力を注いでいきたい」と陳謝した。イプシロンは計約600キロ・グラムの衛星を搭載でき、6号機には、宇宙新興企業「QPS研究所」（福岡市）の小型レーダー衛星2基を含む計8基が搭載されていた。イプシロンが商業衛星の打ち上げを受注したのは今回が初めて。世界的に小型衛星の打ち上げ需要が高まる中で、今回の打ち上げは新たな市場開拓につながると期待されていた。23年度には後継機の「イプシロンS」1号機の打ち上げも予定され、ベトナムの衛星を打ち上げることになっている。24年度の同2号機以降はIA社が運用をJAXAから移管されることになっており、原因次第では、イプシロンSの運用計画に変更が出る可能性がある。さらに、共通の部品がある国産次期主力ロケット「H3」の打ち上げ計画に影響を及ぼす恐れもある。

宇宙政策に詳しい秋山演亮・和歌山大教授は「限られた人員や予算の中でどう信頼を取り戻していくか、JAXAの能力が問われている」と指摘している。

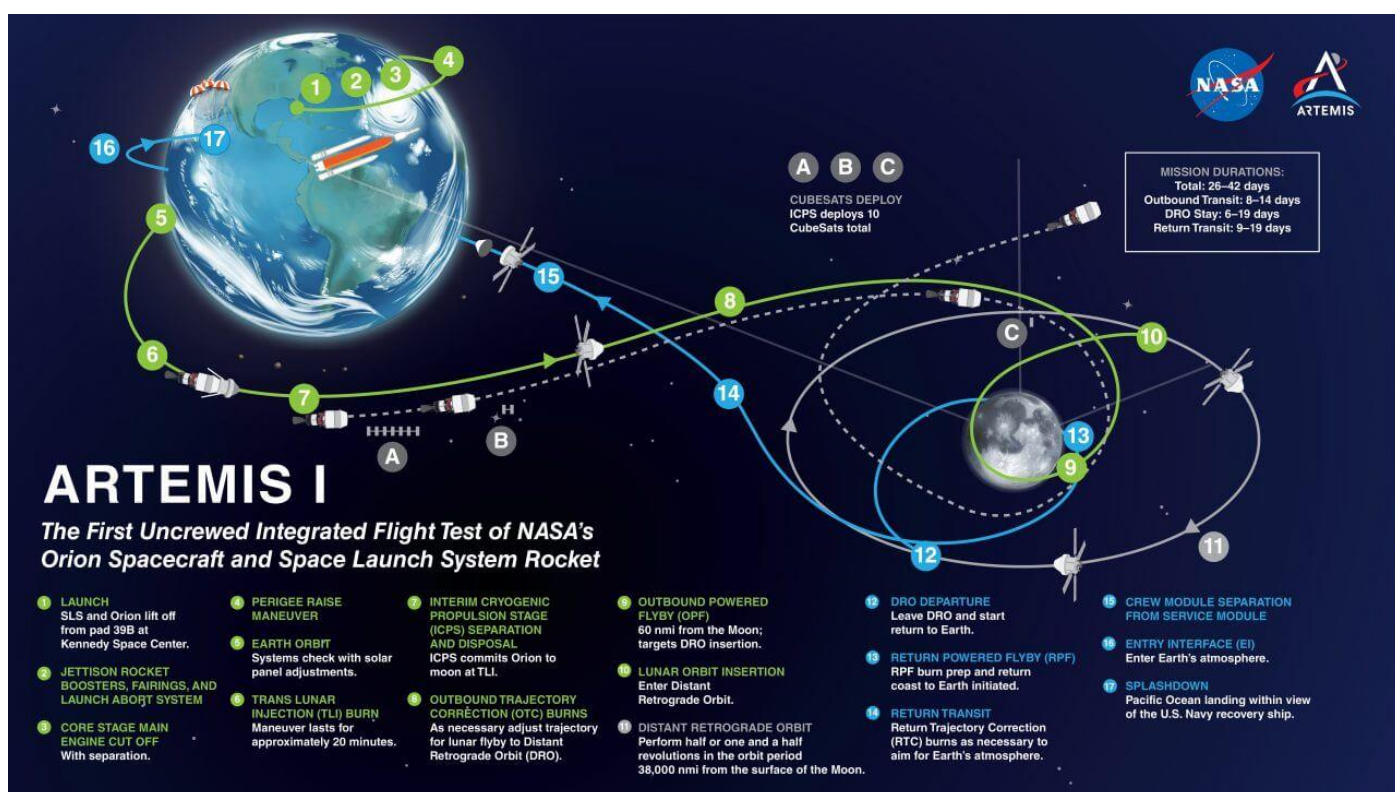
<https://sorae.info/space/20221015-nasa-sls-artemis1-html.html>

NASA 月探査計画「アルテミス1」日本時間11月14日に打ち上げ実施予定

2022-10-15 [松村武宏](#)



【▲ ロケット組立棟から射点に向けて運び出される SLS 初号機。現地時間 2022 年 8 月 16 日撮影 (Credit: NASA/Ben Smegelsky)】



【▲ アルテミス 1 ミッションの概要を示した図 (Credit: NASA)】

アメリカ航空宇宙局 (NASA) は 10 月 12 日、NASA が主導する月面探査計画「アルテミス」最初のミッション「アルテミス 1」に関する情報を更新しました。ケネディ宇宙センター39B 射点からのアルテミス 1 の打ち上げは、早ければ 11 月 14 日に実施される予定です。アルテミス 1 は、NASA が開発した新型ロケット「SLS (スペース・ローンチ・システム)」および新型有人宇宙船「Orion (オリオン、オライオン)」の無人飛行試験にあたり、SLS 初号機で打ち上げられ、月周辺を飛行した後のオリオンは、打ち上げから 4~6 週間ほど後に地球へ帰還する予定です。なお、SLS 初号機には日本の「OMOTENASHI」と「EQUULEUS」など 10 機の小型探査機も相乗りしています。アルテミス 1 の打ち上げは 2022 年 8 月下旬から 2 回延期された後、直近では米国東部夏時間 2022 年 9 月 27 日 11 時 37 分 (日本時間 9 月 28 日 0 時 37 分) に実施される予定でした。しかし、ケネディ宇宙センターがある米国フロリダ州にハリケーン「Ian (イアン)」が接近しつつあったことから NASA は打ち上げを見送り、SLS 初号機とオリオンをロケット組立棟 (VAB) へ退避させていました。

NASA によると、ハリケーン通過後の点検ではアルテミス 1 の飛行ハードウェアに損傷はないことが確認されており、標準的なメンテナンス作業としてフォーム断熱材やコルクの小規模な損傷の修復、SLS やペイロードなどのバッテリー交換・再充電が行われます。10 月 12 日に NASA が発表した最新のスケジュールによれば、SLS 初

号機は早ければ米国東部標準時 2022 年 11 月 14 日 0 時 7 分（日本時間同日 14 時 7 分）から 69 分間のウィンドウ内に打ち上げられます。ミッション期間は約 25 日半で、オリオンは 12 月 9 日に地球へ帰還します。NASA は SLS 初号機とオリオンを 11 月 4 日に射点へ運ぶ予定で準備を進めています。また、バックアップとして米国東部標準時 2022 年 11 月 16 日 1 時 4 分（日本時間同日 15 時 4 分）から 2 時間、米国東部標準時 2022 年 11 月 19 日 1 時 45 分（日本時間同日 15 時 45 分）から 2 時間の打ち上げウィンドウも検討中とのことです。

アルテミス 1 ミッションに関する新たな情報は、発表があり次第お伝えしていきます。

関連：[NASA 月探査計画「アルテミス 1」打ち上げは 2022 年 11 月中旬以降の見込み](#)

Source Image Credit: NASA/Ben Smegelsky

[NASA](#) - NASA Sets Date for Next Launch Attempt for Artemis I Moon Mission

文／松村武宏

<https://sorae.info/ssn/20221011-aso-s.html>

中国、太陽観測衛星「夸父 1 号」打ち上げ成功 宇宙天気予報をサポート

2022-10-11

[sorae 編集部 速報班](#)



【▲打ち上げ直後の「長征 2 号 D」ロケット】（Credit: CASC）

【▲ 先進的宇宙太陽天文台「夸父 1 号」(ASO-S) のイメージ図（Credit: 中国科学院紫金山天文台）】

中国は日本時間 2022 年 10 月 9 日に、中国国営企業「中国航天科技集団（CASC）」が開発した「長征 2 号 D」ロケットの打ち上げを実施しました。搭載されていた人工衛星は無事に軌道へ投入されたことが、複数の中国メディアにて報じられています。打ち上げに関する情報は以下の通りです。

■長征 2 号 D (CZ2D Y55)

打ち上げ日時：日本時間 2022 年 10 月 9 日 8 時 43 分【成功】

発射場：酒泉衛星発射センター（中国）

ペイロード：先進的宇宙太陽天文台「夸父 1 号」(ASO-S : Advanced Space-borne Solar Observatory)

CASC によると、夸父 1 号は中国初の太陽観測に特化した衛星です。太陽フレア・コロナ質量放出・太陽の磁場の間にある因果関係を研究し、宇宙天気予報をサポートするため、同衛星は高度 720km の太陽同期軌道から 4 年間に渡り太陽の観測を行う予定です。なお、長征ロケットシリーズの打ち上げは、今回で 442 回目となりました。 関連：[直近のロケット打ち上げ情報リスト](#)

Source Image Credit: CASC, 中国科学院紫金山天文台

[CASC](#) - 长二丁火箭成功发射先进天基太阳天文台卫星 CCTV ([Weibo](#))

[紫金山天文台](#) - Advanced Space-based Solar Observatory

文／sorae 編集部 速報班

<https://sputniknews.jp/20221009/13271755.html>

中国 太陽観測用衛星を打ち上げ

[2022 年 10 月 9 日, 17:25](#)



© 写真 : [Facebook / Laboratory of Solar X-ray Astronomy](#)

中国は 9 日、総合型太陽観測衛星「先進的宇宙太陽天文台 (ASO-S)」の打ち上げに成功した。中国航天技術集団有限公司が発表している。「ASO-S」は、現地時間の 9 日午前 7 時 43 分、運搬ロケット「長征 2 号 D」により中国北西部・甘肅省の酒泉衛星発射センターから打ち上げられた。衛星は、予定の軌道に乗ったという。

この観測衛星は、太陽の磁場、太陽フレア、コロナ質量放出の形成とその相関関係について研究を進める目的で設計され、地球から 720 キロメートル先の太陽同期軌道で運用される。また、この観測衛星の寿命は 4 年。

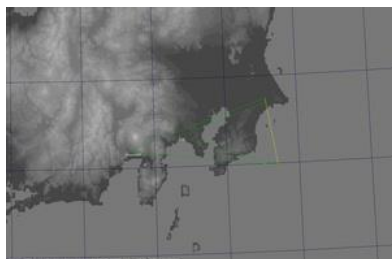
「ASO-S」は今後、太陽活動の第 25 周期で発生する太陽嵐に関する詳細なデータを収集する。この衛星は 1 日あたり最大 500 ギガバイトのデータを作成し、収集されたすべてのデータは、世界中で公開される予定。

今後、研究者らがこの観測衛星が収集するデータを使うことで、太陽フレアの発生や、太陽フレアが人々に及ぼす影響について予測することができるようになるという。これよりも前、中国では、この観測衛星の名称を決定する投票がインターネットで行われた。その投票の結果、この衛星は、中国神話に登場する「太陽を捕らえようとする巨人」の名前にちなんで「夸父 (こほ)」と名付けられた。

<https://www.asahi.com/articles/ASQBB744NQBBULEI003.html>

関東上空に火球、各地のカメラに映る 房総半島付近の上空を飛んだか

[東山正宜](#) 2022 年 10 月 10 日 21 時 33 分



静

[岡県富士市から見た火球=2022 年 10 月 10 日午後 6 時 8 分、藤井大地さん撮影](#)

10 日午後 6 時 8 分過ぎ、関東上空に極めて明るい流れ星「火球」が現れた。火球は高速で数秒飛び、最後に爆発して消えた。この日は「ジャコビニ流星群」のピークに近かったが、[神奈川県平塚市](#)博物館の藤井大地学芸員の解析では、流星群に属さない「散在流星」だったとみられるという。

藤井さんによると、火球は[房総半島](#)から太平洋にかけての上空を北から南に飛んだ。

朝日新聞が東京本社に設置している星空ライブカメラ (<https://youtu.be/nl6LEDNu-c7>) にもこの時刻、東の空を飛ぶ火球が映っていた。10 月はオリオン座流星群が 21 日ごろにピークを迎える予定で、月明かりのない好条件で観測できると期待されている。(東山正宜)

<https://sorae.info/space/20221012-dart-nasa.html>

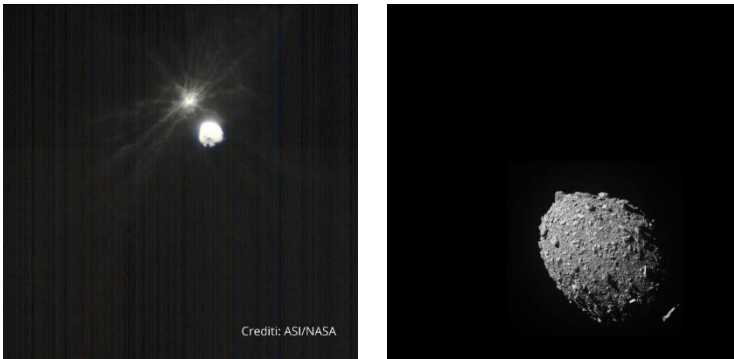
探査機の衝突で小惑星の公転周期が短くなったことを確認！ NASA「DART」ミッション続報

2022-10-12

松村武宏

6/18

アメリカ航空宇宙局 (NASA) は日本時間 10 月 12 日未明、ジョンズ・ホプキンス大学の応用物理学研究所 (APL) が主導する NASA のミッション「DART」について、探査機を衝突させた小惑星の公転周期が実際に変化したことを確認したと発表しました。



【▲ ASI の小型探査機「LICIACube」が撮影したディモルフォスへの DART 探査機衝突時の様子 (Credit: ASI/NASA)】

【▲ NASA の探査機「DART」の光学カメラ「DRACO」で撮影された小惑星ディモルフォス。衝突の 11 秒前、68km 手前から撮影されたもので、ディモルフォスの全体を捉えた最後の画像 (Credit: NASA/Johns Hopkins APL)】

■DART 探査機の衝突でディモルフォスの公転周期は 32 分短縮された

2013 年 2 月にロシア上空で爆発して 1000 名以上を負傷させた小惑星のように、地球への天体衝突は現実の脅威です。地球に接近する軌道を描く「地球接近天体」(NEO: Near Earth Object、地球接近小惑星) と呼ばれている小惑星のうち、特に衝突の危険性が高いものは「潜在的に危険な小惑星」(PHA: Potentially Hazardous Asteroid) に分類されていて、将来の衝突リスクを評価するために追跡観測が行われています。

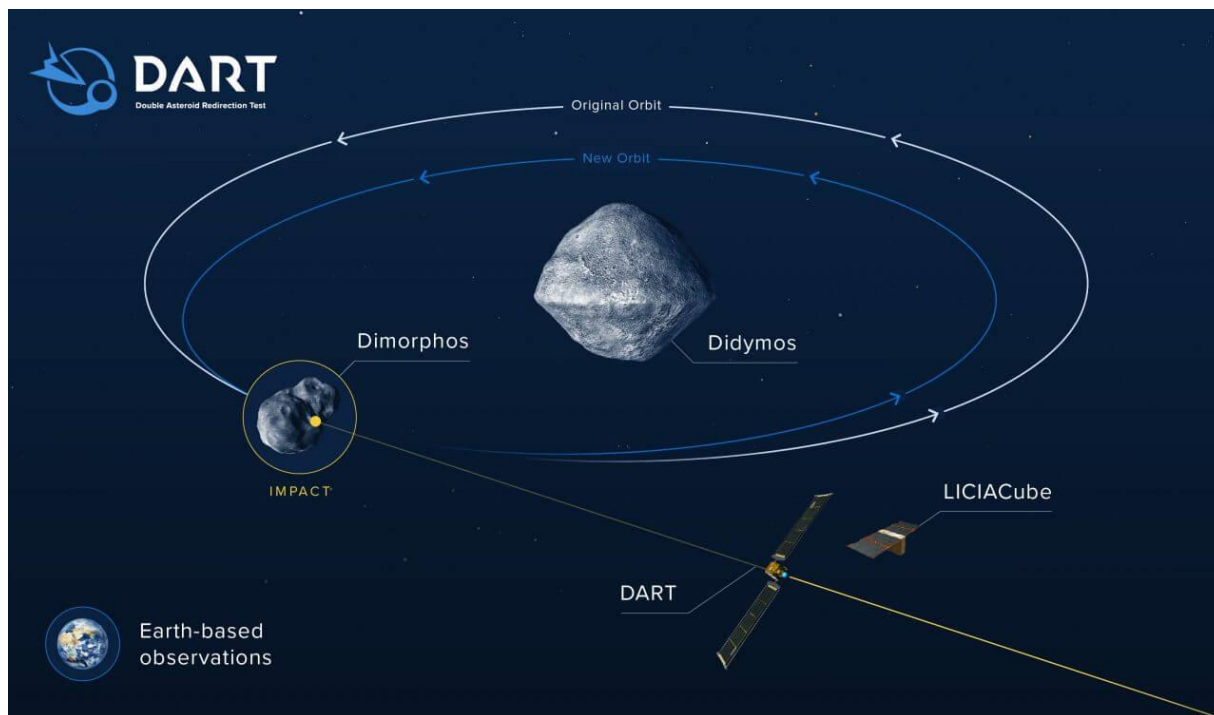
ある小惑星が地球に衝突する確率が高いと判断された場合、事前に衝突体(インパクター)を体当たりさせて小惑星の軌道を変えることで、甚大な被害をもたらす小惑星の衝突を回避できるかもしれません。DART (Double Asteroid Redirection Test、二重小惑星方向転換試験の略) は惑星防衛(プラネタリーディフェンス※)の一環として、「キネティックインパクト」(kinetic impact) と呼ばれるこの手法を初めて実証するミッションです。

※...深刻な被害をもたらす天体衝突を事前に予測し、将来的に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のこと。ミッションのターゲットは、小惑星「ディディモス」(65803 Didymos、直径 780m) とその衛星「ディモルフォス」(Dimorphos、直径 160m) からなる二重小惑星です。ディディモスは約 2.1 年周期で太陽を公転するアポロ群の小惑星で、探査機衝突前のディモルフォスはディディモスを 11 時間 55 分周期で公転していました。DART 探査機は日本時間 2022 年 9 月 27 日 8 時 14 分に、衛星であるディモルフォスへ秒速約 6km の相対速度で衝突することに成功しました。衝突によって噴出物(イジェクタ)が広がっていく様子は、DART 探査機に搭載されていたイタリア宇宙機関(ASI)の小型探査機「LICIACube」をはじめ、「ハッブル」宇宙望遠鏡や「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡、地上の望遠鏡からも撮影されています。

NASA によると、9 月 27 日の衝突後にディモルフォスの公転周期を測定したところ、11 時間 23 分(不確かさは ±2 分)に短縮されたことが確認されました。DART 探査機の衝突によって、ディモルフォスの公転周期は 32 分短くなったこととなります。成功と判断される最小値は 73 秒だったといえますから、その 26 倍も変化したことが示されたわけです。地球から見たディモルフォスはディディモスの手前を通過したり、ディディモスの裏側へ隠れたりするように公転しているため、二重小惑星であるディディモス系の明るさは規則的に変化します。その様子を観測することで、ディモルフォスの公転周期を知ることができるのです。DART 探査機はたしかにディモルフォスへ衝突したものの、実際にどれくらい軌道が変化したのかは、公転周期をもとに確認されるのを待っている状態でした。現在の焦点は、DART 探査機の衝突にともなう運動量の伝達効率を測定することに移っているようです。NASA によれば、衝突の際にディモルフォスから放出された噴出物は何トンにも達するとみられています。この噴出物放出時の反動も、ディモルフォスの軌道変化に影響したと考えられています。

噴出物の影響を正しく理解するにはディモルフォスの物理的な特性を詳しく知らなければならぬため、調査が続けられています。衝突の15日前にDART探査機から放出されたLICIACubeは、衝突直後の様子を間近で撮影しました。LICIACubeはDART探査機が撮影できなかった衝突地点の裏側も撮影することに成功しており、ディモルフォスの形状や密度を知る上で役立つことができます。ASIによれば、LICIACubeは合計627枚の画像を撮影しており、今後も分析が続けられます。

また、数年後には欧州宇宙機関（ESA）の小惑星探査機「Hera（ヘラ）」によるディモルフォスの衝突クレーター観測も計画されています。Heraは2024年10月の打ち上げ・2026年12月のディディモス系到着が予定されています。



【▲ DART のミッションを解説したイラスト。DART 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）】

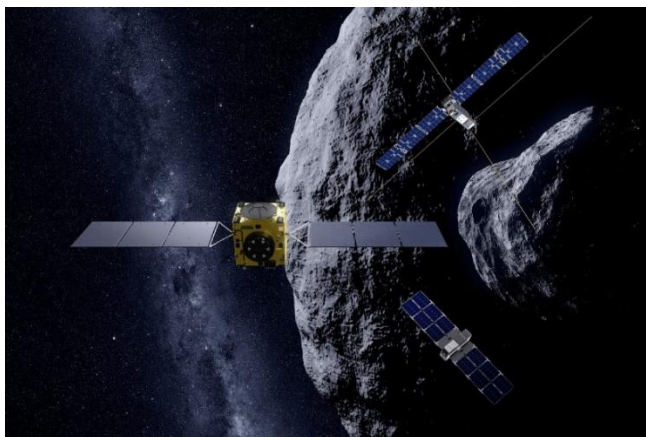


【▲ LICIA Cube のディモルフォス最接近前後に撮影された画像をもとに作成されたアニメーション。DART 探査機の衝突直後、衝突地点から噴出物が広がるディモルフォス（下）とディディモス（上）が写っている（Credit: ASI/NASA)】

関連 ・ [「DART」探査機が小惑星への衝突に成功！ NASA 小惑星軌道変更ミッション](#)

・ [宇宙と地上で観測された衝突の瞬間 NASA 小惑星軌道変更ミッション「DART」](#)

・ [ハッブル&ウェッブが探査機衝突後の小惑星を観測 NASA 小惑星軌道変更ミッション「DART」](#)



【▲ 欧州宇宙機関の二重小惑星探査ミッション「Hera」のイメージ図。Hera 探査機（中央）と小型探査機「Milani」（右下）および「Juventas」（右上）が描かれている（Credit: ESA/Science Office)】

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」](#)

ディディモスとディモルフォスの観測は、米国だけでなく世界中の観測所で今も継続的に実施されています。NASA 本部の惑星科学部門長を務める Lori Glaze さんは今回の公転周期の測定結果について、DART ミッションによるディディモスへの影響を完全に理解するための第一歩であり、毎日得られる新たなデータをもとに、将来の惑星防衛ミッションを適切に評価できるようになるだろうとコメントしています。

Source Image Credit: ASI/NASA, NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben, NASA/Johns Hopkins APL, ESA/Science Office

[NASA](#) - NASA Confirms DART Mission Impact Changed Asteroid's Motion in Space

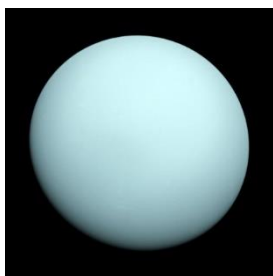
[ASI](#) - Presentate le ultime immagini di LICIA Cube durante la conferenza stampa NASA sugli ultimi aggiornamenti della missione DART

文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20221011-uranus.html>

天王星の自転軸は巨大な衛星の影響で横倒しになった可能性が判明

2022-10-11 [彩恵りり](#)



【▲ 図 1: その見かけとは裏腹に、天王星は自転軸がほぼ横倒しという他の惑星に無い特徴を持っています。（Credit: NASA/JPL-Caltech)】

太陽系の惑星の中でも「天王星」は自転軸の傾きが特徴的です。天王星の自転軸は公転軌道から 98 度と、ほぼ

横倒しになるほど傾いています。他の太陽系の惑星では自転軸の傾きが 30 度以内に収まっていることを考えると、これは特異な値です。天王星の自転軸が横倒しになった理由については、長い間「巨大衝突説」が原因として提唱されてきました。他の惑星でも証拠が見つかったことから、巨大衝突は珍しくない現象であると考えられるようになったことに加えて、惑星の自転軸をこれほどまでに傾けられる要因が他に見つからなかったからです。また、1つの大きな天体が衝突したのではなく、それよりも小ぶりの天体が複数衝突したという説も提唱されました。しかしながら巨大衝突説の場合、衝突を裏付ける証拠が存在せず、検証不可能である点が悩みの種となっていました。また、自転軸が約 28 度しか傾いていない海王星では、巨大衝突が起きなかったと考えられます。このことは、天王星と海王星の内部構造や大気気象現象が極めて類似している点と矛盾します。巨大衝突の有無は、それぞれが異なる特徴を持つ地球型惑星のような多様性を生み出す原因になり得るからです。

さらに近年、現在はそれほど傾いていない木星や土星の自転軸も、10 億年のタイムスケールで頻りに傾きが変化していたのではないかとする説が提唱されてきました。その原因として考えられているのは、木星や土星に存在する巨大な衛星による潮汐力です。天王星でもこの説を検証してみる価値は十分にありそうです。

パリ・シアンズ&レットウル大学の Melaine Saillenfest 氏などの研究チームは、衛星による自転軸の傾きについてシミュレーションを用いた検証を行いました。研究チームは様々な質量と距離に存在する衛星の存在を仮定し、40 億年以上に渡る天王星と衛星の相互作用について検証を行ったのです。

その結果、天王星の 0.044% (地球の 0.64%、地球の月の 52%) の質量を持つ衛星があれば、数百万年という短い時間スケールで、天王星の自転軸が容易に 80 度以上も傾くことが示されました。ただし、その質量は現在の天王星を公転している衛星と比べて 4 倍もあるため、このような衛星は現存しないことになります。

また、自転軸の傾きがこの程度に達すると、衛星の軌道と天王星の自転軸の傾きの変化が不安定化することも示されました。この無秩序な状態は、最終的に巨大な衛星が天王星に衝突することで終了することがわかりました。相互作用していた巨大衛星が失われることで、天王星の自転軸の傾きは横倒しの状態で半永久的に固定されることとなりますし、この衛星が現存していないことも説明できます。巨大衛星がこの質量を持ち、なおかつ軌道の半径が天王星半径の 10 倍以上の範囲で変化する場合、このシナリオは 80%以上の確率で発生します。

この説では、最終的に衛星が天王星に衝突して失われてしまうため、巨大衝突説と同様に検証不可能ではないかと思えるかもしれません。しかしながら、今も存在する衛星がその手がかりになるかもしれません。今回提唱されたシナリオでは、巨大衛星以外の衛星も影響を受けることがシミュレーションを通じて示されました。影響を受けた全ての衛星が軌道を外れて天王星系から排除されることはなく、いくつかの衛星では軌道の同期が発生します。このため、現存する衛星の軌道の同期から古代の衛星の影響範囲を絞り込むことで、このシナリオを洗練できる可能性があります。

関連：[土星の自転軸の傾きと環の形成は、失われた衛星で説明できる？](#)

Source [Melaine Saillenfest, et.al.](#) "Tilting Uranus via the migration of an ancient satellite". (arXiv)

[Bob Yirka.](#) "A possible explanation for Uranus's odd tilt angle and opposite spin". (Phys.org)

[NASA/JPL-Caltech.](#) "PIA18182: Uranus as seen by NASA's Voyager 2" (Jet Propulsion Laboratory)文／彩恵りり

<https://sorae.info/astromy/20221013-moons-of-jupiter.html>

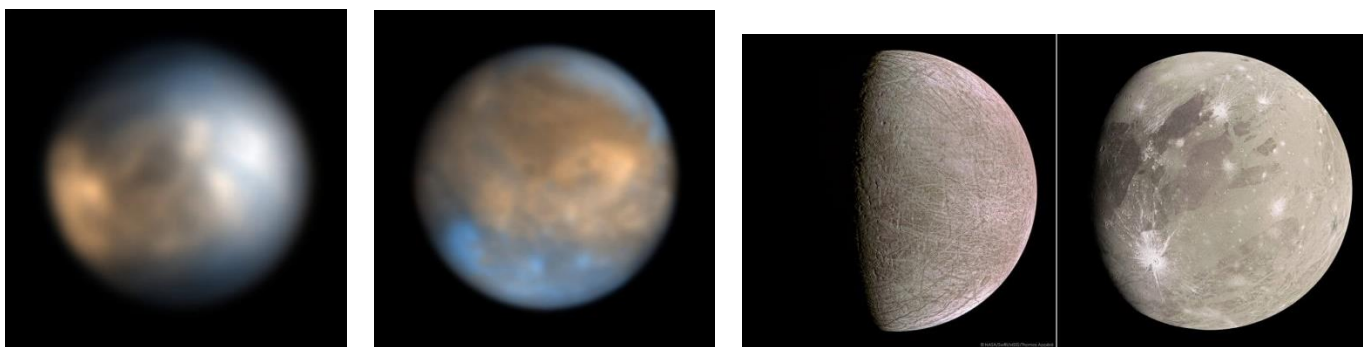
超大型望遠鏡 VLT で撮影された木星の衛星「エウロパ」と「ガニメデ」

2022-10-13 [松村武宏](#)

こちらの画像に写っている丸い物体、皆様には何に見えるでしょうか。ちょっとぼやけているものの、磨かれた大理石の球のようにも思えるこの物体の正体は、地上の大型望遠鏡で撮影された木星の衛星エウロパです。

撮影に使われたのは、ヨーロッパ南天天文台（ESO）が運営するチリのパラナル天文台にある「超大型望遠鏡（VLT）」の観測装置「SPHERE」（※1）です。赤外線フィルター（波長 2.11 μ m と 2.251 μ m の 2 種類）を使

って取得したモノクロ画像を、波長に応じて黄色と青色に着色・合成することで作成されています。



【▲ ヨーロッパ南天天文台の超大型望遠鏡（VLT）が赤外線の波長で観測した木星の衛星エウロパ（Credit: ESO/King & Fletcher）】

【▲ ヨーロッパ南天天文台の超大型望遠鏡（VLT）が赤外線の波長で観測した木星の衛星ガニメデ（Credit: ESO/King & Fletcher）】

【▲ 参考画像：アメリカ航空宇宙局（NASA）の木星探査機ジュノーが撮影したエウロパ（左）とガニメデ（右）（Credit: left: NASA/SwRI/MSSS/Thomas Appéré, right: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Kevin M. Gill）】

SPHERE はエウロパだけでなく、その外側を公転する別の衛星ガニメデも捉えました。次に掲載する画像に写っているのが、SPHERE で取得された画像をもとに作成されたガニメデの姿です。エウロパの直径は地球の月に次ぐ 3121km ですが、ガニメデの直径は水星を上回る 5268km もあります。2つの衛星は木星や他の衛星との相互作用による潮汐加熱（※2）が熱源となって、表面を覆う氷殻の下に液体の水をたたえた内部海が存在すると考えられています。レスター大学（イギリス）の Oliver King さんと Leigh N. Fletcher さんは、SPHERE の観測データを用いてエウロパやガニメデの表面に存在する化学種の分析を行い、2本の論文にまとめました。VLT の SPHERE を用いたエウロパの観測は 2014 年 12 月に、ガニメデの観測は 2015 年 2 月および 2021 年 7 月と 9 月に実施されています。可視光線で見えたガニメデの表面は、比較的新しくて明るい領域と、古くて暗い領域に分かれています。ESO によると King さんと Fletcher さんは、ガニメデ表面の明るい領域が主に水の氷でできていて、さまざまな種類の塩が少量ずつ含まれていることを発見したといいます。いっぽう、暗い領域の組成はまだ謎のままです。

木星の衛星を地球上から観測するのは簡単なことではありません。ESO によれば、地球から見たエウロパやガニメデの見かけの大きさは、3~5km 離れたところに置かれた 1 ユーロ硬貨（直径 23.25mm、日本では十円硬貨がこれに近い直径 23.5mm）と同程度でしかないうえに、その像は地球の大気のゆらぎによる影響を受けてぼやけてしまいます。そこで、VLT では大気のゆらぎによる影響を打ち消す「補償光学」（AO：Adaptive Optics）技術を利用することで、宇宙望遠鏡にも匹敵する解像度での観測を実現しました。補償光学は VLT をはじめ、国立天文台ハワイ観測所の「すばる望遠鏡」など世界各地の大型望遠鏡で活用されています。

関連：[地上からの撮影なのにハッブル並みに鮮明。「補償光学」を用いた海王星画像](#)

VLT の SPHERE で撮影されたエウロパとガニメデの画像は、ESO から 2022 年 10 月 10 日付で公開されました。

※1...Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch（分光偏光高コントラスト太陽系外惑星探査）の略。

※2...別の天体の重力がもたらす潮汐力によって天体の内部が変形し、加熱される現象のこと。

関連：[ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が試運転中に撮影した木星とエウロパ](#)

Source Image Credit: ESO/King & Fletcher

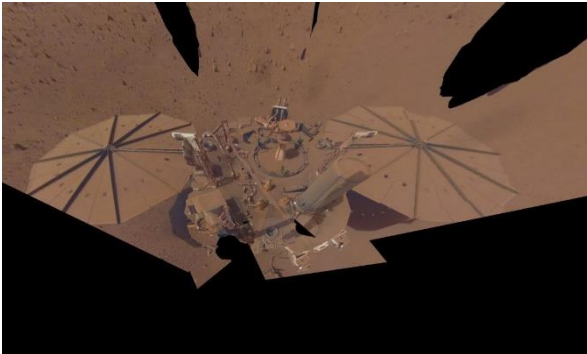
[ESO](#) - The icy moons of Jupiter

[King et al.](#) - Compositional Mapping of Europa Using MCMC Modeling of Near-IR VLT/SPHERE and Galileo/NIMS Observations (The Planetary Science Journal)

<https://sorae.info/space/20221014-nasa-insight-mars.html>

NASA 火星探査機インサイトが地震波の観測中断 砂嵐の影響で電力低下

2022-10-14 [松村武宏](#)



【▲ NASAの火星探査機「インサイト」が撮影した“最後のセルフイー”。2022年4月24日撮影(Credit: NASA/JPL-Caltech)】

アメリカ航空宇宙局（NASA）のジェット推進研究所（JPL）は10月7日付で、NASAの火星探査機「インサイト（InSight）」に関する最新情報を伝えています。JPLによると、インサイトは2022年10月初旬に砂嵐の影響を受けて発電電力量が急速に低下したため、運用チームはミッション終了まで観測を継続させる予定の火星地震計もオフにして消費電力の節約に努めています。

■南半球で発生した砂嵐の影響がインサイトの着陸地点周辺にも波及

2018年11月27日に火星のエリシウム平原に着陸したインサイトは、火星の内部構造解明を目的に開発された探査機です。着陸翌月の2018年12月に設置された火星地震計「SEIS(Seismic Experiment for Interior Structure)」は、火星の地震（火震）を1300件以上検出。SEISが検出した地震波の解析によって、火星のコア（核）が液体であることをはじめ、コアのサイズ、地殻の厚さなどが判明しています。

インサイトのミッションは着陸から2年間（火星での約1年間）の予定でしたが、2022年12月まで2年間延長されており、2022年5月4日には火星での観測史上最大の規模となるマグニチュード5の地震を検出することにも成功しています。また、SEISが検出した隕石衝突時の地震波や音波は、衝突クレーターの位置を特定する際に役立てられました。

関連 ・ [【前編】火星の内部構造が明らかに NASA インサイトのデータより](#)

・ [火星での観測史上最大となるマグニチュード5の地震をNASA探査機が検出](#)

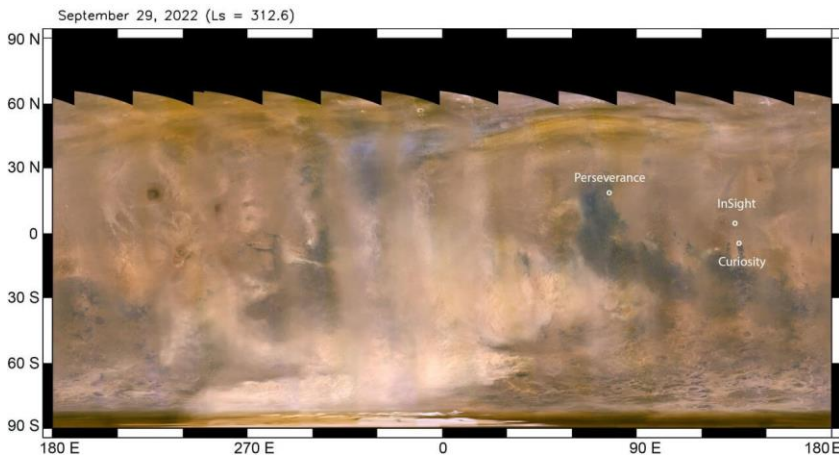
・ [NASA火星探査機「インサイト」が隕石衝突時の地震波と音波を検出、宇宙からクレーターの場所も特定](#)

インサイトの太陽電池には塵が積もり続けていて、着陸当初と比べて発電能力が大幅に低下しています。JPLによると、着陸当初の発電電力量は1ソル（※）あたり約5000ワット時だったものの、2022年9月17日の時点では1ソルあたり平均420ワット時しか得られなくなっています。火星では季節変化にともなって大気中の塵の量が増えるため、塵が増えて日差しが弱まれば、利用可能な電力がさらに減っていくことになるといいます。

※...1ソル＝火星での1太陽日、約24時間40分

電力を消費する観測装置をオフにすれば、それだけ長くシステムを稼働させ続けることはできます。しかし、最後の瞬間まで可能な限り多くの科学的成果を得るために、運用チームはSEISを稼働させ続けることを決定。今後の発電電力量の予測結果をもとに、インサイトのミッションは2022年10月下旬から2023年1月の間に終了すると予測されていました。

関連：[NASAの火星探査機「インサイト」地震検出継続へ、ミッション終了時期が早まる可能性](#)



【▲ 2022年9月29日時点での砂嵐（中央に広がるベージュ色の雲）の様子を示した火星のグローバルマップ。NASAの火星探査機「マーズ・リコネサンス・オービター（MRO）」の観測データから作成（Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS）】

しかしJPLによると、インサイトの発電電力量は2022年10月初旬に1ソルあたり275ワット時まで急速に低下してしまいました。これは南半球で発生した砂嵐の影響によるものです。NASAの火星探査機「マーズ・リコネサンス・オービター」（MRO：Mars Reconnaissance Orbiter）によって2022年9月21日に初めて観測された今回の砂嵐は、9月29日までに大陸サイズへ成長。その後の1週間で勢力は弱まったものの、大気中には塵が巻き上げられました。この塵によって日差しが弱まってしまったのです。

「ハリウッドが演出するほど暴力的でもドラマチックでもない」（JPL）という火星の砂嵐は、風速が時速97km（秒速約27m）に達することもあるものの、火星は大気が薄いため、その強さは地球の嵐よりもずっと弱いといえます。それでも火星の表面からは塵が巻き上げられ、地表へ戻るには数週間かかる場合もあります。最初に観測された9月21日の時点で砂嵐はインサイトから約3500km離れていたものの、10月3日の時点ではインサイト周辺における大気中の塵のヘイズ（もや）の濃度が40パーセント近くも増加していたといえます。

太陽電池の発電電力量が低下しているため、インサイトのバッテリーは夜を迎えるまでにフル充電することができなくなっています。SEISは地震波を検出するために“約24時間”体制で常時稼働していますが、現状では何週間かでインサイトそのものが稼働できなくなってしまうため、運用チームはSEISを2週間に渡ってオフにすることを決めました。インサイトのプロジェクトマネージャーを務めるJPLのChuck Scottさんは「これを乗り切れば冬まで稼働し続けることができますが、次に来る砂嵐が心配です」とコメントしています。

Source Image Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS [NASA/JPL](#) - NASA's InSight Waits Out Dust Storm

文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20221013-vredefort-dome.html>

南アの巨大クレーター「フレデフォート・ドーム」衝突した天体は従来予想より大きい？

2022-10-13 [松村武宏](#)



【▲ アメリカ航空宇宙局（NASA）の地球観測衛星「ランドサット 8」が撮影したフレデフォート・ドーム（左下）（Credit: NASA/Lauren Dauphin）】

ロチェスター大学の博士課程学生だった Natalie Allen さん（現在はジョンズ・ホプキンス大学）を筆頭とする研究チームは、南アフリカ共和国にある巨大な衝突クレーター「フレデフォート・ドーム」（Vredefort Dome, Vredefort Crater）を形成した天体の直径が、従来の予想よりも大きかったとする研究成果を発表しました。

フレデフォート・ドームは今から約 20 億 2300 万年前、小惑星とみられる天体が衝突した際に形成された衝突地形です。現存するものとしては最古級（※）のクレーターで、2005 年にはユネスコの世界自然遺産に登録されています。長い時間をかけて地形が侵食されたため、現在のクレーターの姿は 20 億年前とは異なります。「ドーム」と呼ばれているのは、クレーターの中央に位置する直径 70km ほどの隆起した地形です。

※...現在までに地球で確認された最古の衝突クレーターは、オーストラリアにある約 22 億 2900 万年前に形成された「ヤラババ・クレーター」です。

関連：[豪州西部に残るクレーター、22 億年前の衝突による古いものだった](#)

■衝突した天体は推定直径 20～25km、放出されたエネルギーは従来予想の最大 3.7 倍

研究チームによると、従来はフレデフォート・ドームが形成された天体衝突について、天体の大きさは直径 15km・衝突時の速度は秒速 15km という推定値が広く受け入れられてきました。この数値は直径約 172km のクレーターが形成されたシミュレーション結果をもとに算出されたものの、最近では新しい地質学的な証拠や測定値をもとに、形成当初のクレーターは直径 250～280km だったと推定されているといえます。

そこで研究チームは、最新の知見を反映させた新たなシミュレーションを行いました。その結果、直径 250km のクレーター形成を再現するには、天体の大きさは直径 20～25km・衝突時の速度は秒速 15～20km でなければならないことがわかりました。より大きな天体がより速く衝突したことになるため、衝突時に放出されたエネルギーは従来予想と比べて 1.67～3.7 倍になるといえます。

今から約 6600 万年前に地球へ衝突して「チクシュループ・クレーター」（Chicxulub crater、直径約 180km）を形成した天体は、直径 10km クラスだったと推定されています。この時代は中生代白亜紀と新生代古第三紀の境界にあたり、チクシュループ・クレーターを形成した天体衝突は恐竜をはじめとした生物の大量絶滅を引き起こした原因になったと考えられています。



【▲ 約 6600 万年前に起きた天体衝突の様子を描いた想像図（Credit: Chase Stone）】

関連：[白亜紀末に起きた天体衝突由来のイリジウム、クレーターの内部で発見](#)

研究に参加したロチェスター大学助教授の中島美紀さんによれば、チクシュループ・クレーターよりも大きなクレーターを形成し、より大きなエネルギーを放出した可能性があるフレデフォート・ドームの天体衝突では、さらに広い範囲に影響が及んでいたかもしれません。衝突で発生した塵やエアロゾルは太陽光を遮って寒冷化をもたらすとともに、光合成生物に壊滅的な影響を与えた可能性があります。塵とエアロゾルの影響は数時間から 10 年ほどで落ち着くものの、その後は衝突で放出された二酸化炭素などの温室効果ガスによって、地球の気温が長期間に渡り数度上昇した可能性もあるようです。ただし、20 億年前の地球に生息していたのは単細胞生物ばかりで、樹木などはまだ存在しなかったため、大量絶滅や森林火災の発生などを示す痕跡は残っていないといえます。

また、今回のシミュレーションでは衝突時に放出された噴出物（イジェクタ）と、その噴出物がクレーターからどれくらい離れたところまで移動したのかを分析することもできました。研究チームがシミュレーションから得られた情報をもとに過去の陸地の位置関係を調べたところ、ロシア北西部のカレリアでフレデフォート・ドームに由来するイジェクタ層が見つかった場所は当時、衝突地点から 2000~2500km 未満しか離れていなかったことがわかったといいます。現在のフレデフォート・ドームからカレリアまではざっと 1 万 km ほど離れていますから、それぞれの地域を含む陸塊はこの 20 億年で 8000km ほど離れるように移動したことになります。「はるか昔の陸塊の位置を制約するのは非常に難しいのです。現在の最良のシミュレーションでは 10 億年前まで遡りますが、それよりも遡ろうとすればするほど不確実性が高まります」そう語る Allen さんは、イジェクタ層のマッピングといった証拠を明確化する研究が、現在のシミュレーションモデルを検証し、過去の大陸移動をすべて見通す上で役立つかもしれないと期待を寄せています。

Source Image Credit: NASA/Lauren Dauphin, Chase Stone

[University of Rochester](#) - Asteroid that formed Vredefort crater bigger than previously thought

[Allen et al.](#) - A Revision of the Formation Conditions of the Vredefort Crater

[NASA Earth Observatory](#) - Vredefort Crater [UNESCO](#) - Vredefort Dome

文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20221009-grb-210905a.html>

約 130 億年かけて届いた光。ガンマ線バーストの残光を VLT が撮影

2022-10-09 [松村武宏](#)

こちらは南天の「けんびきょう座」の一角を捉えた画像です。注目は、中央のオレンジ色に見える天体。これは、2021 年 9 月に検出されたガンマ線バースト「GRB 210905A」にともなう残光（アフターグロー）です。ガンマ線バースト（GRB : gamma-ray burst）とは、短い時間で爆発的に放出されたガンマ線が観測される突発的な現象です。ガンマ線バーストは継続時間で区別されていて、2 秒より短いものはショートガンマ線バースト、2 秒より長いものはロングガンマ線バーストと呼ばれています。GRB 210905A はロングガンマ線バーストでした。ガンマ線バーストの起源は超新星爆発や中性子星どうしの合体ではないかと考えられていますが、まだ完全には理解されていません。



【▲ ガンマ線バースト「GRB 210905A」の残光 (Credit: ESO/A. Rossi et al.)】

この画像は、ヨーロッパ南天天文台（ESO）が運営するチリのパラナル天文台にある「超大型望遠鏡（VLT）」の観測装置「X-Shooter」を使って取得された画像（可視光線と近赤外線フィルタ合計 3 種類）をもとに作成されました。人の目には捉えられない近赤外線のデータも含まれているため、画像の色は波長に応じて青・緑・赤で着色されています。ESOによると、ガンマ線の閃光に続く残光は可視光線や赤外線でも観測できるものの、急

速に暗くなって見えなくなってしまうため、天文学者は迅速に観測を行わなければなりません。

イタリア国立天体物理学研究所（INAF）の Andrea Rossi さんを筆頭とする研究チームは、GRB 210905A に関する研究成果を発表しました。Rossi さんによると、GRB 210905A は宇宙が誕生してから 8 億 8000 万年後、つまり今から約 130 億年前に発生したガンマ線バーストだったことがわかりました。これほど古い時代（赤方偏移 z が 6 よりも大きい）に起きたガンマ線バーストは、GRB 210905A を含めても、過去 16 年間で 10 例しか検出されていないといわれます。研究チームによると、GRB 210905A では非常に多くのエネルギーが放出されており、ブラックホールやマグネター（※）に落下した物質が原因となった可能性が考えられるようです。また、GRB 210905A は初期の宇宙で起きたものの、その特性はより最近の時代に起きたガンマ線バーストに似ているといわれます。 ※...マグネター：高速で自転する中性子星の一種で、典型的な中性子星と比べて最大 1000 倍も強力な磁場を持つとされる。

2022 年から科学観測を開始した「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡や、ESO が建設を進めている「欧州超大型望遠鏡（ELT）」など将来の大型望遠鏡を使った観測によって、謎めいたガンマ線バーストの起源に迫ることが期待されています。冒頭の画像は、ESO から 2022 年 10 月 3 日付で公開されました。

関連：[132 億光年先まで測定可能？ ガンマ線バーストが遠方宇宙の距離測定に利用できる可能性](#)

Source Image Credit: ESO/A. Rossi et al. [ESO](#) - A blast from the past

[Media INAF](#) - Un Grb eccezionale ma sotto sotto anche normale

[Rossi et al.](#) - A blast from the infant Universe: The very high-z GRB 210905A

文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20221010-terzan1.html>

視界を埋め尽くすように輝く星々 球状星団「ターザン 1」

2022-10-10 [松村武宏](#)



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡の ACS と WFC3 で撮影された球状星団ターザン 1（Credit: ESA/Hubble & NASA, R. Cohen）】

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡に搭載されていた広域惑星カメラ 2（WFPC2）で撮影された球状星団ターザン 1（オリジナルを右に 90 度回転。Credit: NASA & ESA, Acknowledgement: Judy Schmidt (Geckzilla)）】

こちらは「さそり座」の方向約 2 万 2000 光年先にある球状星団「ターザン 1（Terzan 1）」です。球状星団とは、数万～数百万個の恒星が球状に集まっている天体のこと。天の川銀河ではこれまでに 150 個ほどの球状星団が見つかっています。視野全体を埋め尽くすように輝く星々と、その色のコントラストに美しさを感じる天体です。天の川銀河の中心がある「いて座」や、その隣にある「さそり座」の方向には、星々が集まっている銀河中心部の膨らみ「銀河バルジ」があります。バルジには星だけでなくガスや塵も集まっていて、さそり座やいて座の方向では塵が豊富な暗黒星雲も帯のように連なっています。

塵には星から放射された光（特に波長の短い青色光）を吸収・散乱させやすい性質があるので、星からの光をさえぎったり、実際よりも赤っぽく見えるように変えてしまったりします。ただし、可視光線の赤色光や近赤外線といった一部の波長は塵を比較的通過しやすいため、塵の向こう側にある天体を観測するのに役立ちます。

この画像は、「ハッブル」宇宙望遠鏡に搭載されている「掃天観測用高性能カメラ（ACS）」および「広視野カメラ3（WFC3）」を使って取得された画像（可視光線と赤外線フィルターの合計3種類を使用）をもとに作成されました。人の目は赤外線を捉えることはできないため、フィルターを通して取得されたモノクロ画像を波長の短いものから順に青・緑・赤で着色し、合成することでカラー画像が作成されています。

ACSとWFC3は、1990年4月のハッブル宇宙望遠鏡打ち上げ後に実施されたスペースシャトルによるサービスミッションで後から取り付けられたカメラです（※）。WFC3が取り付けられる前のハッブル宇宙望遠鏡には「広域惑星カメラ2（WFPC2）」が搭載されていましたが、ターザン1はWFPC2が使われていた頃のハッブル宇宙望遠鏡でも撮影されたことがあります。本記事の最後に掲載した画像に写っているのが、WFPC2で撮影されたターザン1です。画像を公開した欧州宇宙機関（ESA）が言及しているように、最初に掲載したターザン1の画像と比較すると、より広い視野と優れた解像力を併せ持つカメラを搭載したハッブル宇宙望遠鏡の性能向上が感じられます。

※...ACSは2002年3月のコロンビアによるSTS-109ミッションで、WFC3はWFPC2と入れ替える形で2009年5月のアトランティスによるSTS-125ミッションで取り付け。

冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の今週一枚として、ESAから「Terzan 1, Take 2（ターザン1のテイク2）」と題して2022年10月10日付で公開されています。

関連：[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した“さそり座”の球状星団「ターザン4」](#)

Source Image Credit: ESA/Hubble & NASA, R. Cohen [ESA/Hubble](#) - Terzan 1, Take 2

[ESA/Hubble](#) - A home for old stars

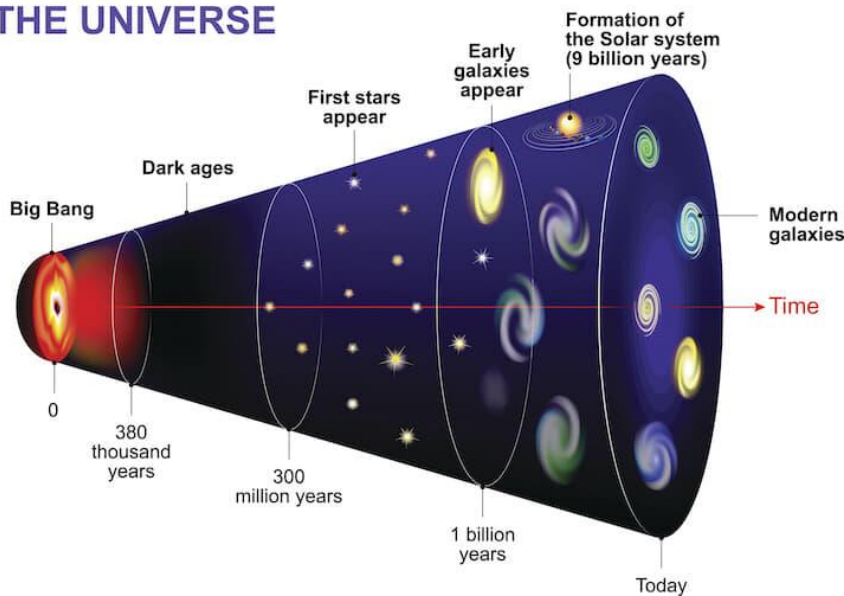
文／松村武宏

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/10/post-99835.php>

ついに宇宙の最初期の星「初代星（ファーストスター）」が残した痕跡が発見された

2022年10月12日（水）20時10分 [松岡由希子](#)

EVOLUTION OF THE UNIVERSE



宇宙の進化 ttsy -iStock

<ビックバンからわずか数億年後に形成された宇宙で最初に誕生した世代の星「初代星（ファーストスター）」が残した痕跡が発見された.....>

宇宙で最初に誕生した世代の星「初代星（ファーストスター）」は、ビックバンからわずか数億年後に形成されたとみられる。これらの恒星は巨大で、その寿命が尽きると超新星爆発を起こしてバラバラになり、星間空間に重元素をまき散らすと考えられているが、その存在を直接示すものはこれまで見つかっていない。

東京大学の吉井謙教授と鮫島寛明特任助教は、クエーサー（銀河の中心核が最も明るく輝く天体）のスペクトルの波長強度をもとにそこに含まれる元素の存在度を推定する方法を開発。豪オーストラリア国立大学、米ノートルダム大学らの研究者とともに、ハワイ島・マウナケア天文台のジェミニ北望遠鏡で近赤外線分光観測した既知で2番目に遠いクエーサー「ULAS J1342+0928」のスペクトルを分析した。

うしかい座方向にある「ULAS J1342+0928」は131億光年の距離に位置することから、誕生からわずか7億年後の宇宙を観測していることになる。

非常に珍しい組成の天体

分析の結果、非常に珍しい組成が見つかった。鉄に対するマグネシウムの比率が著しく低く、太陽での比率に比べて鉄が10倍も多いのだ。研究チームは、この特徴的な組成から「初代星が『対不安定型超新星』を起こした後に残された物質ではないか」と考察している。

「対不安定型超新星」は太陽の150~250倍の質量を持つ巨大な恒星が寿命を迎える際に起こると考えられている。他の超新星爆発と異なり、中性子星やブラックホールといった星の残骸を残さず、すべての物質を周囲に放出するため、「対不安定型超新星」が発生する瞬間をとらえるか、星間空間に放出された物質から化学的な痕跡を特定するしかない。これまでも天の川銀河のハロー（銀河全体を包み込むように星間物質や球状星団がまばらに分布している球状の領域）の星の中で大質量の「種族Ⅲ（宇宙で最初に形成された恒星）」の化学的証拠を探る研究は行われており、2014年8月にはその仮同定が発表された。

[次のページ初期の宇宙で起こったことの解明](#)

しかしながら、『ULAS J1342+0928』での鉄に対するマグネシウムの極めて低い存在比を根拠に、研究チームは「今回の研究結果が『対不安定型超新星』の最も明確な痕跡だ」と主張している。

初期の宇宙で起こったことの解明

もしこの主張が正しければ、宇宙の歴史の間にどのように進化してきたのかを解明するうえで今回の研究結果は大きな意義がある。しかしその正否を検証するためには、さらに多くの観測を通じて他の天体にも同様の特徴があるのか調べる必要がある。

広告

この研究論文の共同著者でノートルダム大学のティモシー・ビアーズ教授は「我々が探すべきものの道筋は得た」とし、「もしこれが初期の宇宙で局所的に起こっていたとしたら、我々はきっとその証拠を見つけることができるだろう」と述べている。

[次のページ初期の宇宙で起こったことの解明](#)



ビッグバンからわずか1億年後に出現した「初代星（ファーストスター）」のイメージ
Credit:NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine

太陽の300倍の質量を持つ「種族Ⅲ（宇宙で最初に形成された恒星）」の爆発のイメージ(NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine)