

木星の位置は動いた!? 探査機ジュノー、太陽系形成の謎を調査中！

7/2(金) 11:02 配信

|||| 現代ビジネス



[Image data: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Kevin M. Gill](#)

[NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/ Kevin M. Gill](#)

木星探査機ジュノー

[木星の近くを通過するジュノーのイメージ図](#) [NASA/JPL-Caltech](#)

----- いまだ謎が残る「太陽系形成」。そのカギを握るのが「木星」なのです。太陽系が作られたころ、木星は別の場所で誕生し、いまの位置に動いたという説「グランド・タック・モデル」があります。木星探査機「[ジュノー](#)」の探査でわかった最新の研究成果を紹介します！ ----- [【写真】アポロ計画で月に残された「あるもの」に生じた謎の異変](#)

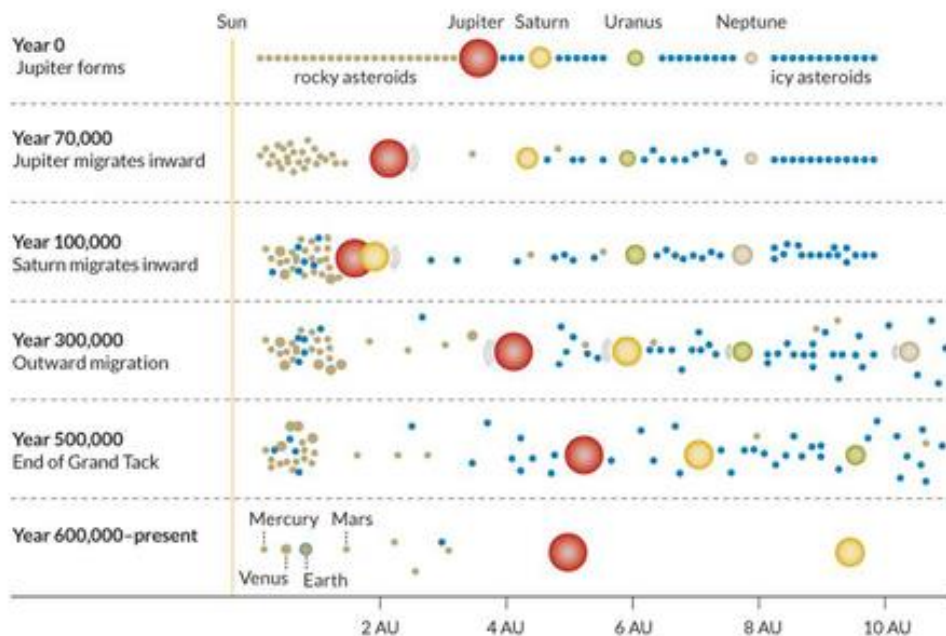
巨大ガス惑星 木星

太陽系で一番大きな惑星はどれだろうか？ 答えは木星だ。直径は地球の約 11 倍、質量は約 320 倍(これは太陽系の他の全惑星の合計質量の約 2.5 倍に相当)もある。 木星の特徴は、その大きさだけではない。 -----
-- 高速の自転(約 10 時間で自転している) 渦巻く雲(高速の自転によって生み出される) 雷が起こる 強力な放射線(地球の約 6000 万倍) 強力な磁場(地球の約 20 倍) [オーロラ](#)が生じる 79 個もの衛星をもつ ----- など、興味深い特徴がたくさんある。 地球との最大の違いは、地球が「岩石惑星」なのに対して、木星は「巨大ガス惑星」であることだ。木星は固体の地面を持たず、水素(体積比で約 89%)・ヘリウム(約 10%)を主成分とする「ガス」をまとっている。水素は表面では気体だが、内側に行くほど押しつぶされて液体になり、約 100 万気圧の超高圧下では液体状で電気を通す「金属水素」になっている。気体・液体・金属水素部分は、まとめてエンベロープと呼ばれる。2016 年 7 月から、NASA の探査機ジュノー(Juno)が木星の探査を続けている。楕円形の軌道を取り、53 日ごとに木星に接近しながら、超高解像度のカメラ(JunoCam)や、マイクロ波計・重力計・磁力計など複数の観測機器を駆使してデータを取っている。

木星の歴史は太陽系の歴史

太陽系の 8 つの惑星が、なぜ現在のこの位置にあり、この大きさになったのか。それについてはまだ謎が多い。46 億年前、太陽系ができたころには水素とヘリウムは豊富にあったが、のちに散逸してしまったと考えられている。そのため、水素とヘリウムを大量に確保している木星は、太陽系の惑星の中でも早くに形成された惑星だと考えられる。NASA も「木星の歴史を知ること、太陽系の歴史を知ること」と木星探査を意義付けている。さらに、木星のような巨大ガス惑星は、太陽系の外でも多数見つかっている(大きくて見つけやすいため)。太陽系と他の惑星系を比較し、惑星の形成について考える上で、木星がもつ意味は大きい。 研究者たちが特に知りたいのは、「木星はどこで、どうやってできたのか」だ。ジュノーでもこの謎を解くことを探査の主要目的にしている。完全に解明できたわけではないが、ジュノーの探査でいろいろなことがわかってきた。

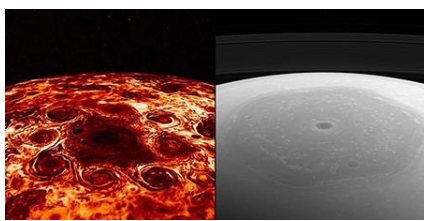
[次ページは：木星は移動したのか？](#) 木星は移動したのか？



グランド・タック・モデルの模式図。木星（赤）や土星（黄色）の移動によって、太陽系が形作られた

これまでの探査やシミュレーションの結果から、太陽系初期の惑星形成について、いくつかの理論が立てられた。その1つは、Kevin J. Walsh 氏らが 2011 年に提唱した「木星は現在とは別の場所でできて、現在の位置まで移動してきた」という理論「グランド・タック・モデル」だ。タック(タッキング)とはヨット用語で、ヨットが風を受ける舷を変えながら、進行方向をジグザグと変えることだ。このモデルでは、木星は最初は 3.5 AU(現在の太陽と地球の距離の 3.5 倍)付近ででき、一時は火星と同じくらいの 1.5 AU まで太陽に近づいている。その後、木星は外向きに切り返し、現在の 5.2 AU 付近に移動してきた、と考えられている。しかもこれは太陽系の誕生から 60 万年以内の非常に短い間に起こったというのである。大きな質量をもつ木星が移動すると、重力場が変化して太陽系がかき乱され、様々な事象が引き起こされたと考えられる。このシミュレーション結果から、太陽系の現在の姿について、いくつかのことが説明できた。たとえば、火星が地球の半分のサイズまでしか大きくなれなかったこと、岩石を主成分とする S 型や水・有機物を含む C 型など様々なタイプの小惑星が、火星と木星の間の小惑星帯に混在することなどだ。火星が大きくなれなかったのは、火星の材料となるはずだった小惑星が、木星の重力で排除されたせいだと考えられる。上の図では、10 万年頃に木星が内側に移動した影響で、火星の 1.5 AU 付近では材料物質が少なくなっている。また、最初は木星より遠くにあった氷でできた小惑星は、木星の移動後に内側に移動して、地球・金星・水星の材料になったり、一部は火星と木星の間に取り残されたりしている。前者は地球に水をもたらし、後者は現在の小惑星帯に残ったと考えられる。惑星はその後、太陽系誕生から 5~8 億年ごろにかけても移動する。土星の移動によって海王星が外に弾き出されたり、「後期重爆撃期」と呼ばれる天体衝突の多発期が引き起こされたりしながら、惑星は現在の位置におさまったと考えられる。これを説明した「ニースモデル」にも、グランド・タック・モデルはうまくつながる。

次ページは：木星の歴史にせまるジュノー 木星の歴史にせまるジュノー

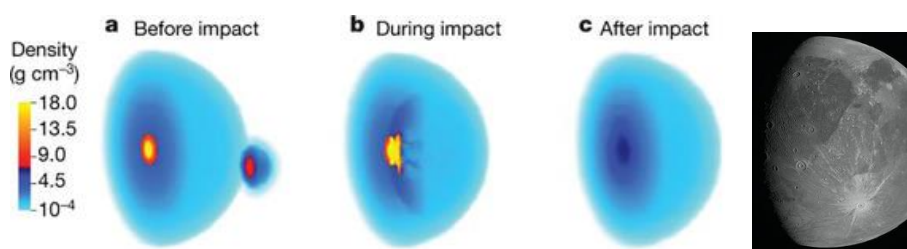


(左) 木星の北極の赤外線画像（ジュノーによる撮像）

木星がどこにあったのか、移動したか否かを知る手がかりになるのは、木星の大気中の水の量だ。電子レンジがマイクロ波で水分子を揺らすように、マイクロ波の観測で水の量がわかる。水の量が多ければ太陽から遠く氷

が多いところで、少なければ太陽に近いところで木星ができたと考えられる。2000年に木星探査機ガリレオが、木星に**プローブ**を落として水の量を計測した。この時は予想されていたよりもずっと少ない量になり、研究者たちを悩ませていた。しかし、このプローブを落とした地点はたまたま水が少ない地点だったらしい。**ジュノー**の計測では、大気中に占める水分子の割合は約0.25%(太陽の3倍)と、予想と同程度の結果が出た。これも赤道付近だけの情報なので、他の地点も引き続き調べる必要があるが、こうした水の量の計測から木星の形成過程がわかるかもしれない。また、木星の北極と南極の上を通過するジュノーで、初めて北極と南極の詳細なデータが得られた。木星の極域には、多数の大きな渦が集合していることがわかった。かたや、同じ巨大ガス惑星の土星の極域は穏やかな様子で、六角形の模様が見られる。木星の画像の色の禍々しさを抜きにしても、まったく様子が違うことがわかる。磁場や大気についても、木星の方が土星よりも複雑だということがわかっている。同じ時期に生まれた同じ巨大ガス惑星なのに、なぜ木星と土星に違いがあるのだろうか？その理由は明らかになっていないが、木星と土星の違いも、惑星形成の歴史を知る鍵になりそうだ。

木星の中身は？



[Liu et al. \(2019\) のシミュレーション結果（縦の断面図、3次元で表している）](#)

[2021年6月8日（日本時間）に行われたフライバイで撮影された衛星ガニメデ。ガニメデは太陽系最大の衛星で、水星よりも大きく、固有の磁場を持つ。表面の氷の下には液体の海もあり、生命が存在する可能性がある](#)
[NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS](#)

木星の形成については2つの説が考えられている。「岩石の核が先にできて、その周りに水素とヘリウムが集まった」と「木星には岩石の核はなく、もともと水素とヘリウムの塊である」という説だ。このどちらの説が正しいか、中心に固体の核があるか否かは長年の謎だった。ジュノーは木星の上を飛行しながら重力を計測している。通過地点の下に重いものがあると、そこでの重力が大きくなる。ジュノーの精密な重力計測で内部の密度の偏りがわかり、木星の中心に“高密度の小さな核”がないことが明らかになった。最初は中心に重い物質からなる核があったが、天王星サイズの天体が衝突して、核の密度が下がり、半径の半分くらいまでぼんやりと広がる核になったようだ(Liu et al., 2019)。つまり、核は最初からないとする2番目の説は否定されるが、今まで教科書に書かれていたような小さな核は現在の木星にはない、と考えることができる。また、マイクロ波の観測で、内部の液体状の水素は今まで考えられていたよりも地表に近いところまで広がっていることもわかった。木星の内側の液体状の水素が流動すると、ダイナモ効果で磁場が発生する。ジュノーの精密な磁場の計測で、木星の磁場は地球のように南北2極の構造ではなく、赤道付近にも極がある複雑な形状をしていることもわかった。[次ページは：ジュノーの探査はまだ続く](#) **ジュノーの探査はまだ続く**

ジュノーのミッションは、当初は2021年7月31日にジュノーを木星に落下させて終了となる予定だったが、これまでの成果が認められ、最長2025年9月までの続行が決まった。今後は木星だけではなく、木星の輪(土星の輪のようにはっきり見えるものではないが、木星にもうっすらと輪がある)と衛星ガニメデ・エウロパ・イオのデータも取る。これからの探査でもたらされる結果も楽しみだ。----- 参考 Juno Jupiter Orbit Insertion Press Kit https://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/juno/ https://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/juno/pdf/juno-iores.pdf(Download Page) NASA Solar System Exploration Juno Overview

<https://solarsystem.nasa.gov/missions/juno/overview/> Walsh, K., Morbidelli, A., Raymond, S. et al. A low mass for Mars from Jupiter's early gas-driven migration. Nature 475, 206-209 (2011). <https://doi.org/10.1038/nature10201>

DeMeo, F., Carry, B. Solar System evolution from compositional mapping of the asteroid belt. Nature 505, 629-634 (2014). <https://doi.org/10.1038/nature12908> Liu, SF., Hori, Y., Müller, S. et al. The formation of Jupiter's diluted core by a giant impact. Nature 572, 355-357 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1470-2> Jupiter revealed, [Christopher](#) Crockett, Knowable Magazine <https://knowablemagazine.org/article/physical-world/2020/what-has-juno-learned-about-jupiter> -----

小熊 みどり（日本科学未来館 科学コミュニケーター）

<https://sorae.info/astronomy/20210702-summer-triangle.html>

「夏の大三角」で有名な七夕の星はどんな星？ 地球からの距離も動画で実感

2021-07-02 [吉田 哲郎](#)



【▲「夏の大三角」を形作る3つ星：左からアルタイル、デネブ、ベガ（Credit: Rogelio Bernal Andreo (Deep Sky Colors)）】冒頭の画像は「夏の大三角」を形作っている3つの星（左からアルタイル、デネブ、ベガ）のクローズアップ写真です。

ベガ（こと座α星）は実視等級0.03等、地球からの距離は約25光年、実際の明るさは太陽の約30倍で、アルタイル（わし座α星）は実視等級0.77等、地球からの距離は約17光年、実際の明るさは太陽の約10倍です。デネブ（はくちょう座α星）は1.25等と3つの中では最も暗いのですが、実際の明るさは太陽の54000倍にもなります。しかし、地球からの距離が1400光年とベガ、アルタイルと比べて桁外れに遠いため、地球から見るとベガやアルタイルよりも暗く見えるのです。

関連：[夜空で最も明るい25の恒星 日本から見えるのはいくつ？](#)

七夕の夜に「織姫（織女）」（ベガ）と「彦星（牽牛）」（アルタイル）が天の川を渡って出逢うという「七夕伝説」を知らない人はほとんどいないことでしょう。この七夕伝説は日本で生まれたものではなく、中国が起源だとされています。こちらの画像は中国で撮影された「夏の大三角」と天の川です。中央の山の峰に向かって延びる城壁は「万里の長城」です。デネブは天の川の中で輝いていますが、ベガとアルタイルは天の川をはさんで向かい合っている様子がよくわかります。向かい合って見えるとはいえ、実際にはベガとアルタイルは約14光年ほど離れています。だから、織姫と彦星は一夜で出逢えるはずがないという、ある意味、伝説の夢を壊すような天文学的説明はよく見聞きすることでしょう（もちろん、その説明自体に教育的な意義はあります）。

しかし、天文学的な説明をされても、ベガとアルタイル、そして地球（太陽系）からの距離を実感するのはむずかしいことです。こちらの動画は「国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクト」による太陽系を中心とした天の川銀河の中でのベガとアルタイルの位置を示したものです。

天の川銀河のスケールからすると、ベガとアルタイルが太陽系から意外と近いことがわかります。最初はデネブも見えていますが、ベガとアルタイルにフォーカスしているため、途中から見えなくなってしまう。

ベガは約12000年後に、地球の自転軸の歳差運動により、現在の北極星の位置に来て、北天の夜空では恒星がベガを中心として周ることになります。こちらの画像は特殊な撮影方法を用いて、未来（西暦14000年）の北天の

夜空の様子を表現したものです（撮影方法の詳細などは[こちら\(英語\)](#)を参照してください）。



【▲ 万里の長城の彼方に見える「夏の大三角」と天の川（Credit: Steed Yu & NightChina.net）】

12000 年後は人間にとっては遠い未来のように思えますが、天文学的な時間尺度では近未来と言えるでしょう。その頃には、織姫の周りを彦星が回り続けることになります。ひょっとすると、そんな夜空を眺めて新たな物語が創られるかもしれませんね。 Video Credit: 国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクト

【▲ 左：北極星を中心とした現在（2015 年）の北天の夜空。右：特殊な撮影方法を用いて撮影されたベガを中心とした未来（西暦 14000 年）の北天の夜空（Credit: Miguel Claro | Dark Sky Alqueva）】

Image Credit: Rogelio Bernal Andreo (Deep Sky Colors)、Steed Yu & NightChina.net、Miguel Claro | Dark Sky Alqueva Source: [国立天文台](#)、APOD (1) (2) (3) 、[国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクト](#)

文／吉田哲郎

<https://news.mynavi.jp/article/kinmirai-technology-kenbunroku-10/>

日本版 GPS、準天頂衛星システム「みちびき」の現在と活用状況とは？

2021/06/30 17:38 著者：齊田興哉 目次 [準天頂衛星とは？](#) [現在の準天頂衛星の整備状況は？](#)

[準天頂衛星システムで可能になる「センチメートル級測位補強サービス」とは？](#)

[他に測位衛星はどんなかたちで活躍しているの？](#)

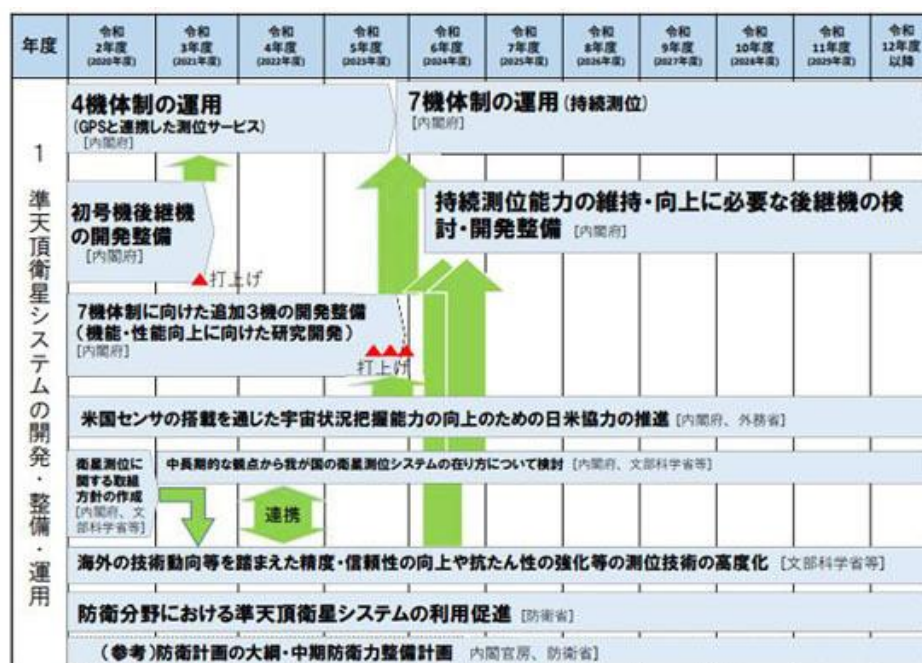
準天頂衛星システム「みちびき」をご存知だろうか。日本が整備する測位衛星システムだ。GPS をご存知な方は多いと思うが、ジャンルとしては同じ測位衛星システムだ。準天頂衛星システムは日本版 GPS とも言われている。山手線車内のトレインチャンネルで流れていた CM を記憶している方がいらっしゃると思いますが、今日はその準天頂衛星システムとは何か。いまどのような整備状況にあるのか。どんなことができるようになるのか。そんな内容について紹介したいと思う。

準天頂衛星とは？

準天頂衛星システムとは日本版 GPS と記載したが、少し詳細に説明すると、このシステムは内閣府所管となっている。衛星は三菱電機をプライムメーカーとして製造され、準天頂衛星システムは PFI 事業として運用されている。PFI とは、Private Financial Initiative の略で、公共施設などの設計、建設、維持管理および運営に、民間の資金とノウハウを活用し、公共サービスの提供を民間主導で行うことで、効率的かつ効果的な公共サービスの提供を図るもので、官民連携事業の一種だ。公共施設などと申し上げたが、以前に PFI 法が改正され、人工衛星も PFI 事業の対象となったのだ。ちなみに、気象庁の気象衛星「ひまわり」、防衛省の「X バンド防衛通信衛星」も PFI 事業だ。準天頂衛星の PFI 事業は、特別目的会社(Special Purpose Company:SPC)である準天頂衛星システムサービスが実施している。そして、準天頂衛星システムサービスは、衛星測位サービス、サブメータ級測位補強サービス、センチメートル級測位補強サービス、測位技術実証サービス、災害危機管理通報サービス「災危通報」、衛星安否確認サービス、公共専用サービス、SBAS 配信サービスの 8 つのサービスを提供している。

ちなみに、余談だが“衛星”となると、衛星単体を意味する。“〇〇衛星システム”とシステムがつくと、衛星単体の

みならず、さまざまな情報を生成、配信する地上局などを含めたものを意味する。



準天頂衛星 3 号機(出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局)

宇宙基本計画工程表(令和 2 年 12 月 15 日、準天頂衛星システムの開発・整備・運用について)(出典:内閣府)

世界には測位衛星システムが 6 つ存在する。まず GPS(Global Positioning System)。正直なところ、我々が一番耳にしているかもしれない。アメリカが運用を行っており、常時 30 機ほどの体制で、全世界に測位信号を配信している。欧州が打ち上げている測位衛星システム「GALILEO」は、常時 20 機ほどの体制で、全世界をサービス範囲としている。中国の測位衛星システム「BeiDou(ベイドゥー)」は、50 機ほどの体制で、全世界がサービス範囲だ。ロシアの測位衛星システム「GLONASS」は、常時 30 機ほどの衛星で全世界をサービス範囲としている。インドの測位衛星システムは「IRNSS」から改称して「NavIC」というが、7 機体制で主にインドをサービス範囲としている。そして、日本の準天頂衛星システム「みちびき」だ。現在は 4 機体制で、日本の準天頂衛星システムは、日本はもちろんのこと、アジア・太平洋地域をサービス範囲となる。

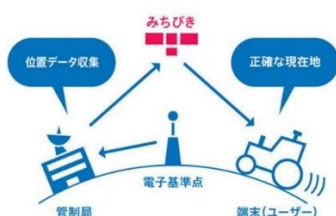
現在の準天頂衛星の整備状況は？

[宇宙基本計画工程表](#)をぜひご覧いただきたい。

日本が進める宇宙プロジェクトについての工程表を確認することができる。宇宙基本計画工程表には、もちろん準天頂衛星についても記されている。準天頂衛星システムは、2018 年度から 4 機体制のサービスを開始。2010 年 9 月 11 日に宇宙航空研究開発機構(JAXA)が打ち上げた「みちびき」(準天頂衛星初号機)は、2017 年 2 月 28 日に内閣府に移管され、4 機体制のうちの 1 機となっている。そして、2 号機、3 号機、4 号機と打ち上げ、4 機体制を確立し、現在、運用を継続している。

では、準天頂衛星システムの次の計画はどのようなものだろうか。まず、2021 年には、初号機の後継機が打ち上げられる予定だ。そして、次は 7 機体制を構築し、7 機体制での持続測位の確立だ。

2023 年度の打ち上げに向けて追加 3 機の開発、準備が進められている。また、準天頂衛星システムを活用した測位システムの利活用の促進、日米協力、防衛分野での利用促進といった検討が進められている。

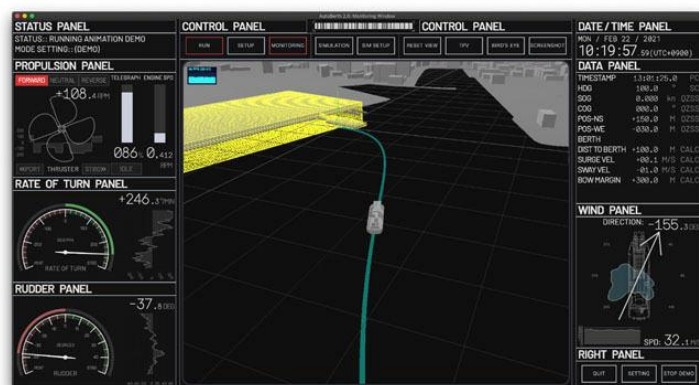


準天頂衛星システムのセンチメートル級測位補強サービス(出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局)

準天頂衛星システムで可能になる「センチメートル級測位補強サービス」とは？

準天頂衛星システムのスゴイところを紹介したい。現在までにさまざまな取り組みが実施され、すべて紹介することは不可能だが、準天頂衛星システムの強みは、やはりセンチメートル級測位補強サービスだろう。

国土地理院の電子基準点を用いて補正情報を計算し、現在位置を正確に求めるための情報(センチメートル級測位補強情報)をみちびきから送信。それをユーザが受信することで誤差“数 cm”で測位を行うことが可能となるのだ。では、センチメートル級測位補強サービスではどんな取り組みがなされているだろうか。例えば、船舶分野。海上技術安全研究所は、センチメートル級測位補強サービスを活用した小型船「神峰」の自動着桟実験を実施している。



自動着陸システムの制御・監視プログラム画面(出典:海上技術安全研究所)

ライフジャケットの肩の部分に GNSS 端末を装着している(出典:内閣府宇宙開発戦略推進事務局、M・S・K)

三菱電機は自動運転技術搭載車「xAUTO(エックスオート)」で、前方および後側方を監視するミリ波レーダと前方監視カメラなどの周辺センシング技術を高度に組み合わせた独自の「自律型走行技術」に、高精度 3 次元地図を活用した「インフラ型走行技術」を組み合わせた自動運転技術を実証している。他にも農機の自動運転や隊列走行、除雪車、AGV(Automatic Guided Vehicle:無人搬送車)の自動運転、物流などにおけるドローンの自律飛行、建機の自動運転や IT 施工、海洋土木工事といった分野で実証が進められている。また、他のサービスであるサブメータ級測位補強サービスを活用した事例もひとつ紹介したい。例えば、M・S・K は、ライフジャケットに独自に開発した GNSS(Global Navigation Satellite System:衛星測位システム)端末を搭載した。ライフジャケットには、海水の塩分濃度を感知する塩分センサーが搭載されており、これを身に付けた人が海中に転落すると、センサーが海水を検知して海中に転落したことを認識し、自動的に位置情報を発信。救助に向かえるというものだ。

他に測位衛星はどんなかたちで活躍しているの？

準天頂衛星を含め測位衛星はどのように利用されているのだろうか。まずマーケティングや行動把握だ。スマホから得られる位置情報と属性情報(性別・年代など)から、いつどこにいたのかという滞在情報、ある時間、場所にいた人がどういう経路でどこまで移動したのかという情報を得ることができる。

統計的な情報として扱うケースがほとんどだが、例えば最近ではコロナ禍において街の人出の様子をニュースで見かけると思う。これもこの一環だ。他にも観光地やお店の集客のための情報としても活用されている。

エンターテインメントなどの分野でも活用が盛んだ。例えば、ゲームのポケモン GO。その場所へ行きポケモンを捕まえたり、バトルしたり、交換したりすることができる。また、バンダイナムコは、位置情報と音声データを組み合わせた新しい位置情報アソビ化プラットフォーム「**ブラメディア**」を開発。

ブラメディアは、スマホで街を歩きながら位置情報に応じた音声データを聞いたり、自分でデータを投稿して楽しんだりすることができる。例えば、キャラクターボイスの音声ガイドでアニメのゆかりの地を巡る“聖地巡礼”ができたり、タレントやキャラクターとのバーチャルデート、観光案内、音声案内による店舗へ集客といった分野での活用が期待される。また、測位衛星からは、高精度な時刻が配信されている。実は、高精度な時刻を得

るための最も一般的な方法と言われているのだ。測位衛星が出す信号には、衛星搭載の原子時計による非常に高精度な時刻情報が含まれており、これを利用すればマイクロ秒オーダー以下の誤差での正確な時刻同期が容易に実現できる。では、この高精度な時刻情報を活用することでどのようなことができるだろうか。例えば株や仮想通貨をはじめとした金融取引。。コンピュータを駆使した HFT(高頻度取引)や、取引成立の証明としての正確な時刻履歴に活用が期待される。また、5G 通信。5G ではコアとなるシステムでは超低遅延が要求される。また電力分野では、送電線故障点標定装置や電力通信網での時刻同期に活用が期待されている。

いかがだったでしょうか。今回は、日本の測位衛星である準天頂衛星について紹介した。測位衛星の位置情報や時刻情報がどのように使われているのか、少しでも知っていただけたら幸いです。



齊田興哉 さいだともや [この著者の記事一覧はこちら](#)

<https://news.yahoo.co.jp/articles/0c43fa099cd2bc28e0afd911cd51e1517a278ba4>

「UFOを毎日見る」小説家が撮影した「謎の発光体」画像を公開 不規則な動きで

増えるものも 7/2(金) 17:00 配信 [よろず](#)



[2018年頃、長野県の夜空で見られた発光体を撮影した動画からの静](#)

[止画。「突然現れた」という\(撮影・山中麻弓\)](#)

米情報機関を統括する国家情報長官室がUFOに関する報告書を公表した。国防総省が分析した結果、2004年以降のUFO目撃記録144件のうち143件は実態の解明ができず、うち21件では「異常な動き」が認められたという。地球外生命体に乗っているかどうかは別として、あくまで「[未確認飛行物体](#)」という現象は存在する。そこで、「UFOを毎日見ている」という東京都在住の小説家・[山中麻弓](#)さんに話を聞いた。【写真】[謎の光は「カメラを通すと回転しており、次々と色が変化していた」という](#) 山中さんは兵庫県生まれ。長野県で思春期を過ごし、都内の短大で写真を学び、雑誌記者などを経て1990年代から小説を書き始めた。著書に「雨ハ降ルケド、才前ハ泣クナ」(筑摩書房)、「[カルマ](#)落とし」(KADOKAWA)、「麝香魚(じゃこうぎょ)」(祥伝社)、「猫談」(新潮社)などがある。初めて「UFO」と認識した飛行物体を見たのは、15年1月9日午後3時頃のこと。山中さんは、よろず～ニュースの取材に対して「松本発、新宿行きの特急あずさの車中、甲府を少し過ぎた辺りで、進行方向左側の窓から、雲一つない空に銀色のメタリックなバーベル状のものが2つ現れたのを見ました」と明かした。「車窓から見たモノには疑心暗鬼なまま、偶然開いたグーグルアースで、月にどう見ても人工物とは思えないモノがある映像を見つけて、地球外に知的生命体は存在する、と確信しました。その後、最初に見たメタリックなものとはまた違った、飛行機や人工衛星とも明らかに違う動きの発光体を頻繁に見るようになりました。それで動画の撮影を始め、専門家に見てもらった。UFOだという確信が持てなかったのですが、悪いモノでも恐いモノでもない、と皆さんが安心させてくださり、情報もすり合わせて確信に至りました。最初にメタリックなモノを見た時は心身共に最悪のコンディションだった状況で、UFOの出現はまさに脳みそにキックが入ったみたいで、はっと我に返った、そんな感じです」その後、山中さんは「特に天気の悪い日を除けば、ほぼ毎日、UFOを見ています」という。「時間帯は夕方から夜間、明け方が多いです。場所は選びませ

んが、ネオンがあると見つけにくいです。強いていえば自然が多いところですかね。川のそばもたくさん来ますね」とし、さらに「部屋の中にも来ますから。小さなのは玄関先の街灯やドアの横、ある種のものは部屋の中に来ます。気が向いたら寝転がって撮影しています。小さなものは UFO というより、意識のあるエネルギー体じゃないかと思っています」と証言。撮影動画は、友人の漫画家・[森園みるく](#)さんが主宰する YouTube チャンネル「アムールみるくチャンネル」(動画撮影編集・宙崎拙太郎氏)で、7月7日午後7時から複数回にわたってアップ予定。同番組には山中さんも出演し、その状況を解説する。動画を確認した森園さんは「不規則な動きをする光が最初は1つだったのが、急に3つ4つと分裂したように増えて、また1つに戻ったり増えたりしていて驚きました。正確には UFO ではないのかもしれませんが、『未知のものである』という確信のようなものがありました。数年前に山中さんのお宅にお邪魔した時にも、直角の動きや複雑な動きをして消えるモノを夜空に見ました。何らかの意思を持ったモノで、星でないことは確かだと思っています」と補足した。記録された動画の一部を紹介しよう。18年頃、山中さんは長野県にある実家のテラスから、夜空に大きな発光体を認めた。「突然現れると、しばらく静止して消えた」という。この時に撮影した映像を見ると、発光体の上にはVの字に長く強い「スミア」(※明るい被写体を撮影した時に発生する直線状の白い光)が出ており、そのV字の右横にある小さな白い点は、真っ黒な山肌にある民家の灯りだと推測されたが、発光体の正体は不明である。「UFO 目撃は主観」という指摘もあるが、山中さんは「確かに、私はあるモノを見ているわけで、その存在を動画に定着させています」と確信を持ち、「自分を納得させるために撮ったもので、今回は仲良しの、みるくさんのチャンネルなので公開させていただきました」と付け加えた。森園さんも「UFO に興味のない方が見てもとても面白いと思います。興味を持たれた方は夜空を見て直角に動く星がないか探してみたいです」と呼びかけた。山中さんは「悪いループを抜け出すための解決策が見つからない時は、親しい人と飲んだり、好きな音楽を聴いたりして気分をリセットするんですが、UFO を見るのもちょうどそんな感じなんです。UFO が来たら、心の中でいろいろ言っているうちに何かヒントに気づきます。気分が上がると微妙に体調もよくなりますから、ありがたいものです。UFO にはそうした効用もあるという。(デイリースポーツ/よろず〜ニュース・北村 泰介)よろず〜ニュース

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35173295.html>

ブルー・オリジン宇宙船、82歳女性が搭乗 60年前に宇宙飛行士の訓練

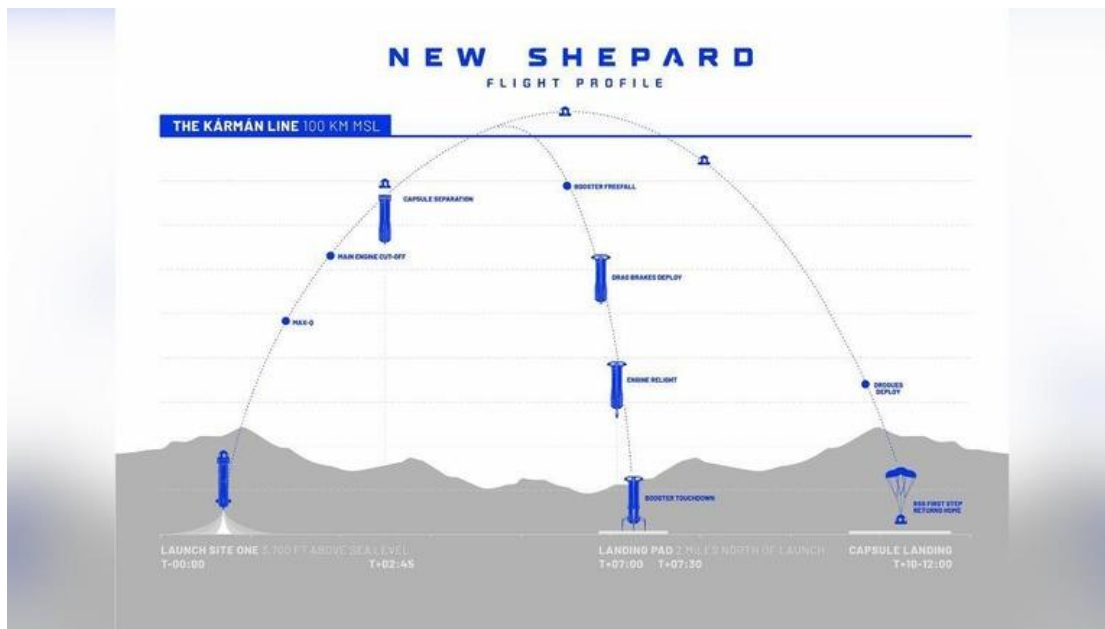
2021.07.02 Fri posted at 12:36 JST

82歳女性、ブルー・オリジンで宇宙へ

ニューヨーク (CNN Business) 半世紀以上前に米航空宇宙局 (NASA) の有人宇宙飛行計画に参加するための訓練を受けながら、宇宙へ行く機会を与えられなかった82歳の女性が、20日に初飛行を予定している有人宇宙船「ニューシェパード」に搭乗する。同船を運航するブルー・オリジンが1日に発表した。

同船の4人目の搭乗者に選ばれたのはウォリー・ファンクさん(82)。米アマゾン・ドット・コム(Jeff Bezos)の最高経営責任者(CEO)と弟のマーク・ベゾスさん、およびオークションで2800万ドル(約31億円)あまりを支払った人物(氏名はまだ未発表)とともに、ニューシェパードに搭乗して宇宙へ出発する。

ベゾスCEOはインスタグラムへの投稿で、「名誉ゲスト」としてファンクさんの搭乗を発表。ファンクさんは興奮した様子で喜びの声を上げていた。ファンクさんは1961年、女性宇宙飛行士の訓練を行う民間のプロプログラム「マーキュリー13」の一員に志願した。同プログラムはNASAの有人宇宙飛行計画「マーキュリー計画」への参加を目的としており、参加した13人の女性は、NASAが同計画のために選んだ男性7人と同じ訓練やテストを受けた。本人によると、ファンクさんは最年少で同プログラムを卒業し、「どの男性よりもうまく、早く完了した」と告げられたという。マーキュリー13のテストとして間隔遮断タンクの中で過ごした時間は10時間35分に上り、有名宇宙飛行士だったジョン・グレンさんの記録を上回った。



ニューシェパードは着陸前にパラシュートを使って減速する見込み/Blue Origin

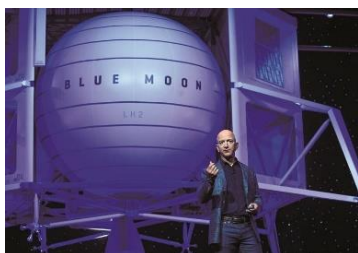
「私はNASAに4回連絡して、『宇宙飛行士になりたい』と言ったけれど、誰も相手にしてくれなかった」とファンクさんは振り返る。『ウォリー、君は女の子だからできないよ』と言われた私は、『自分が何だろうと、やりたいと思えばできる』と言い返した。私は誰もやったことがないことをやるのが好き」

ファンクさんはパイロットとして豊富な操縦経験をもち、飛行時間は1万9600時間超、3000人以上に家用機や民間航空機機の操縦方法を教えてきた。「FAA（米連邦航空局）の免許は全部持っている。あなたを追い越すことだってできる」と冗談を口にしている。ただ、ニューシェパード搭乗にそれほどの経験は求められない。完全自律式宇宙船の同船では、テキサス州にあるブルー・オリジンの施設でわずか数時間の安全講習と訓練を受けるだけで、実質的に誰でも宇宙飛行士になれる。ニューシェパードの準軌道飛行では、音速の約3倍の速度（時速約3700キロ）で、ロケットがほとんど燃料を使い切るまで上空へ向けて飛行。宇宙船はロケットを離脱してホバリング状態となり、乗客は数分間、無重力を体験できる。これは、ジェットコースターが最高地点に達した瞬間に感じる無重力感が持続するような状態で、その後重力に引き戻され、地上に向けて降下する。ニューシェパードは巨大なパラシュートを展開して時速約32キロにまで減速し、着陸する。乗客が感じる衝撃は座席のクッションが吸収する。ガーディアン紙が2019年に紹介した経歴によれば、ファンクさんは過去に、ブルー・オリジンと競合する米宇宙旅行会社ヴァージン・ギャラクティックが建造する宇宙船の搭乗券も購入していた。ファンクさんがこちらにも予定通り搭乗する計画なのかどうかは分かっていない。

https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2021/07/post-96620_1.php

前澤友作氏も仲間入り...7人の大富豪たちはなぜ宇宙を目指したのか

Billionaires in Space 2021年7月1日（木）18時07分 ディーリア・マリネスク



「5歳の時から夢見てきた」という宇宙旅行を、ベゾスはついに実現させる Clodagh Kilcoyne - REUTERS

＜費用はどんどん安くなるという予想は外れたが、民間の宇宙「旅行」に大富豪が続々と参戦＞

アポロ 11 号で人類が初めて月面に降り立ったのは 1969 年の 7 月 20 日だった。以来 52 年。その記念すべき日に、今年はアマゾンの創業者ジェフ・ベゾスが宇宙空間へ旅立つ（最悪の事態に備えて、その前にアマゾンの CEO から退く予定だという）。ベゾスは他人の手は借りない。自ら起業した宇宙開発会社ブルーオリジンのロケットを使い、その先端に取り付けたカプセルに乗り込む。同乗者は弟マークと、唯一の乗客枠を 2800 万ドル（約 31 億円）で落札した幸運な人物だ。

出発から帰還までの時間は約 11 分。ロケットは地上約 100 キロを超えて宇宙空間に達するとカプセルを切り離す。その後の数分間、ベゾスらは本物の無重力状態を体験できる。それが済んだら地球の重力に導かれ、パラシュートを開いて地上へ戻る。2800 万ドルは高い。起業家&冒険家のリチャード・ブランソンが立ち上げたヴァージン・ギャラクティック社は何年も前に、同様の宇宙体験ツアーを 25 万ドルで売り出している。初飛行はまだだが、既に 650 枚以上のチケットが売れたという。ただし現在は受け付けを中止しており、再開後は値上げする予定だ。安全対策などで、想定以上の投資がかさんでいるらしい。10 年前には「あと 5 年もすれば 10 万ドルで宇宙へ行ける」という予想もあったのだが、現実は厳しかったということだろう。

ロシア発、宇宙行き

それでも、大金持ちは金に糸目をつけずに宇宙へ行きたがる。数えてみると、ベゾス以前に 7 人いる。

まだ民間の宇宙旅行会社はなかったから、金持ちたちはロシアに頼った。金欠のロシアが、その宇宙船ソユーズを国際宇宙ステーション ISS まで飛ばすときに「乗客」を受け入れていたからだ。

最初に自腹を切って、このサービスを利用したのはアメリカの実業家デニス・ティトだ。それ以前にも複数の民間人がソユーズで宇宙へ飛んでいたが、費用を自己負担したのは彼が最初。だからティトは、人類初の「宇宙旅行者」とされている。現在 80 歳のティトは 2001 年 4 月に、2000 万ドルを払ってロシアの宇宙飛行士 2 人と共にソユーズに乗り込み、8 日間の宇宙旅行を楽しんだ。「置いてあった鉛筆が浮き上がって、窓からは暗闇に浮かぶ丸い地球が見えた」。今年 4 月に彼は CNN の番組でそう語り、「もしも体が元気なら」という条件付きでこうも言った。「(イーロン・マスクの会社スペース X が開発した) スターシップに乗り込んで、火星に初上陸する仲間に加わりたい」と。[次のページ「旅行者」と呼ばれるのは嫌](#)

その後も毎年のように、どこかの大金持ちがロシアの宇宙船をチャーターして宇宙へ飛んできた。

2 番手は 02 年の南アフリカ人マーク・シャトルワース。ロシアの宇宙飛行訓練施設で過ごした 7 カ月を含め、約 1 年に及ぶ準備の末に ISS まで行き、8 日間の滞在でエイズ関連の実験やゲノム関連の研究に参加した。

3 人目は 05 年のアメリカ人グレゴリー・オルセン。彼は「旅行者」と呼ばれるのを嫌い、自分は「宇宙飛行の参加者」だと言っていた。出発前、彼は英 BBC の取材に対し、「旅行者と呼ばれたら、私の努力もガガーリン宇宙飛行士訓練センターで私を鍛えてくれた人たちの仕事も報われない」と語っていた（オルセンの場合、訓練は 1 年半に及んだ）。お次は 06 年のイラン系アメリカ人女性のアニューシャ・アンサリ。実業家でエンジニアでもあり、女性として世界初の宇宙「旅行者」となった。「女性が科学技術系の仕事に就きにくい国に暮らす若い人たちに希望を与えたかった」と、彼女は語っている。

自腹で 2 回、宇宙に行った民間人

オルセン同様、彼女も「旅行者」と呼ばれるのを嫌った。「お金を払ってチケットを買い、すぐにどこかへ出掛けるのが旅行者であり、私みたいに水中や陸上で半年も訓練を受けないし、宇宙船のシステムを学ぶこともしない」アンサリは ISS に 9 日間滞在し、貧血や腰痛、宇宙の放射線が ISS 乗員や微生物に及ぼす影響に関するさまざまな実験に参加した。翌 07 年には、ハンガリー系アメリカ人の実業家チャールズ・シモーニが宇宙を訪れた。彼は 09 年にも宇宙を訪れ、自腹で 2 回も宇宙旅行をした初の民間人となった。08 年にはイギリス系アメリカ人のリチャード・ギャリオットが 6 人目の宇宙旅行者となった。その翌年にはカナダ人でシルク・ドゥ・ソレイユの共同創設者ギー・ラリベルテが自腹で ISS を訪れた（以後、ロシアに金を払って宇宙へ飛んだ人はいない）。

ラリベルテが宇宙へ行ったのは「人類が直面する水の問題」を訴えるためだった。ISS 滞在中、彼は水資源の不

足を訴えるために世界 14 の都市をネット中継で結び、詩の朗読や音楽を含むオンラインイベントを開催した。

[次のページ前澤友作は 23 年に月へ](#)

その後は、誰も有料の宇宙「旅行」をしていない。でも 7 月 20 日のベゾスらの挑戦が成功すれば、新たなブームが始まるかもしれない。イーロン・マスク率いるスペース X も、年内に民間人だけによる宇宙飛行を計画している。費用はお 1 人様 5000 万ドル。それでも既に、アメリカの実業家ジャレド・アイザックマンが 2 人分を申し込んでいる。同乗者は 29 歳のヘイリー・アルセノー。癌を克服し、今はテキサス州のセントジュード小児病院で医療助手をしている人物だ。日本の大富豪・前澤友作は、同じくスペース X が開発中のロケット「スターシップ」で 23 年に月まで行く計画を練っている。名付けて「ディアムーン」プロジェクト。世界中から集めた 8 人のアーティストと一緒に月を周回する計画で、費用は前澤が負担するそうだ。

宇宙へ旅立った大富豪たち

1. デニス・ティト：史上初めて自費で宇宙旅行をしたアメリカ人実業家。2001 年にロシアのソユーズ宇宙船で国際宇宙ステーションに渡り 1 週間滞在した
2. マーク・シャトルワース：電子認証サービス、ベンチャーキャピタルなどの起業で財を成した南アフリカの実業家。2002 年、宇宙に行った初のアフリカ出身者に
3. グレゴリー・オルセン：光エレクトロニクス事業で成功したアメリカの起業家、エンジニア、科学者。2005 年に宇宙旅行し、宇宙ステーションで実験も行った
4. アニューシャ・アンサリ；米テクノロジー企業プロデア・システムズの創業者・CEO のイラン系アメリカ人実業家。民間女性初、イラン系初の宇宙旅行に成功
5. チャールズ・シモーニ；ハンガリー系アメリカ人で、マイクロソフト Office の最初のバージョンを開発したソフトウェア開発者。2007 年と 09 年の 2 回宇宙に
6. リチャード・ギャリオット；「ウルティマ」シリーズで成功したイギリス系アメリカ人のゲームクリエイター。2008 年に宇宙旅行し、宇宙関連企業にも出資
7. ギー・ラリベルテ；シルク・ドゥ・ソレイユ共同創設者のカナダ人大道芸人で実業家。2009 年に宇宙旅行し、帰還の際には赤鼻姿でパフォーマンスした

©2021 [The Slate Group](#)

<https://blogos.com/article/545951/>

宇宙ビジネスに続々参戦 IT 大手企業が「宇宙プラットフォーム」を目指し熾烈

な覇権争い

世界の富豪による「宇宙投資」が盛んに

宇宙投資に拍車がかかっている。2020 年のベンチャーキャピタル(VC)の宇宙投資は 1 兆円に近づき、前年の約 6300 億円を大きく上回った。レイターステージへの大型投資が特色であり、コロナ禍においても勢いは衰えていない。グーグルが 2014 年に実施した小型衛星を用いた画像サービスを提供するスカイボックス社買収、2015 年にイーロン・マスク氏が率いるスペース X がインターネットブロードバンド衛星「スターリンク」への投資がトリガーとなり、VC の宇宙投資は 2015 年に 2200 億円に跳ね上がり、以降伸び続けている。



Getty Images



Getty Images



Getty Images

2015 年は英国の衛星通信企業であるワンウェブ社が、550 億円の資金調達をした年でもあった。

宇宙ベンチャーにとって M&A は、次の成長を見越した投資の出口であり、2020 年は初めて 20 件を超えるなど顕著な増加傾向が示されている。さらに、昨年後半からは SPAC（特別買収目的会社）で上場を目指すベンチャー企業が次々と出てきている。今年 4 月には、スマートフォンに直接接続できる衛星モバイル事業を展開する AST サイエンス社が、宇宙旅行ビジネスを手掛けるヴァージンギャラクティック社に続き米国で 2 番目の上場企業となった。さらに、英国の量子暗号衛星企業のアーキット社が SPAC での上場を目指すなど、宇宙ベンチャーの SPAC は米国外にも出てきている。宇宙への投資は、2000 年にアマゾンのジェフ・ベゾス氏が宇宙産業に参入したことに始まり、現在ではイーロン・マスク氏やビル・ゲイツ氏などが参入。現在では、フォーブス誌にランキングされる資産 1000 億円以上の世界のビリオネア約 3000 人のうち、20 人以上が宇宙に投資している。日本では、ソフトバンクの孫正義氏がワンウェブ社に、楽天の三木谷浩史氏が AST サイエンス社に投資し、スタートトゥデイの前澤友作氏が月周回旅行をするためにスペース X のスターシップをチャーター購入している。IT 大手企業も参入「宇宙プラットフォーム」の熾烈な覇権争いビリオネアの宇宙投資とともに、IT 巨大企業の宇宙投資も 2000 年以降、本格的に始まってきた。昨年は、世界の小型衛星の打ち上げが初めて年間 1000 衛星を超えた。スペース X は脅威のスピードでスターリンクを打ち上げ続け、現在の打ち上げ総数は各社合計で 1700 衛星以上となった。今後は、すでに 200 衛星以上を打ち上げているワンウェブ社や、アマゾンの衛星インターネット事業「プロジェクト・カイパー」が進行することによって、多数衛星による“通信メガコンステレーション”が構築される見通しだ。宇宙開発に勤しむ各社は、携帯電話など従来の地上ネットワークでは接続が困難な地域に、高速で信頼性の高いブロードバンドの接続を提供することで、全地球のコネクティビティを実現しようとしている。スペース X は 12000 衛星、ワンウェブは 648 衛星、アマゾンには 3236 衛星を打ち上げるスケールの大きな事業を計画しており、スペース X は段階的にはあるがサービス提供をすでに始めている。また、宇宙を舞台にグーグル、マイクロソフト、アマゾンなど IT 大手企業の競争も加熱している。グーグルは今年 5 月、スペース X のスターリンク向けにクラウドサービスを提供する契約を締結した。スペース X はスターリンクの地上局をグーグルのデータセンターに設置し、グーグルクラウドを通じて、インターネット接続、クラウドベースのインフラ、アプリケーションの利用といったサービスを法人顧客向けに開始する。マイクロソフトも昨年、スペース X のスターリンクのネットワークを自社のクラウドサービス「Azure（アジュール）」に接続する計画を発表している。また、アマゾン・ウェブ・サービス（AWS）は、2018 年からすでに衛星を活用するサービス「AWS グランドステーション」を提供している。今後、人工衛星カイパーを用いたサービスで AWS を強化していくようだ。衛星通信事業への参画による「衛星プラットフォーム」を目指した IT 大手の取り組みは、米国企業のみならず中国のテンセントやアリババ、韓国のハンファなど米国外でも巨大なエコシステムを構築しつつある。宇宙旅行や衛星データ利用で新たな市場が創出されるジェフ・ベゾス氏は 2000 年に、「宇宙に何百万人が住んで働く」という構想を掲げ宇宙開発に参入した。イーロン・マスクはその 2 年後、2002 年に「人類は複数惑星の住人になる」ことを目指し宇宙開発に参入して以来、火星居住という壮大なビジョンの実現に向けて挑戦を続けている。さらに昨年、スペース X の有人宇宙船クルードラゴンが就航したことで、政府主導による宇宙飛行士ミッションのみならず、今後は宇宙観光、映画撮影、チャリティなど民間宇宙飛行ミッションが実施されていくだろう。クルードラゴン 4 機をチャーター契約して、来年初頭から民間の宇宙飛行士を次々と送る計画を進めるアクシオンスペース社は、NASA との契約のもと 2024 年に国際宇宙ステーションに商業モジュールを接続、さらに 2028 年を目標に独立した商業宇宙ステーションを建設することを発表している。さらに、ヴァージンギャラクティック社やブルーオリジン社は、サブオービタル（準軌道）宇宙旅行を計画しており、こちらも近日サービス提供が始まる。ブルーオリジン社による初の有人飛行は、今年 7 月に予定されている。初号機の 1 席はオークションで販売されたが、ジェフ・ベゾス氏も兄弟で搭乗することが発表されたこともあり約 30 億円で落札されたことが話題を集めている。こうした動きは、商業宇宙飛行の始まりということができ、「宇宙旅行」という人類の夢をかなえる新しい市場が今度拡大していくだろう。一方、小型衛星は私たちの日常における社会インフラに

なっている。複数の小型衛星を連結させ「衛星コンステレーション」を構築することで、膨大な地球観測データが取得できる。衛星で取得した宇宙ベースのビッグデータは、AI の活用や地上の多様な情報と結びつき、第一次産業、自動走行、インフラ管理、海上状況把握、地盤変動モニタリング、遠隔監視、災害対策など、さまざまな産業において新たなソリューションを生み出していくだろう。そして、価値あるビジネスの創出、地球のデジタル化、スマート化に貢献し、デジタルを活用した従来型事業を変革する「DX」や、「データエコノミー」の拡大を促進していく。

日本の宇宙ビジネスは技術力とユニークさで存在感 日本の宇宙ビジネスは技術力とユニークさで存在感

世界の宇宙産業は、この 10 数年間で 2 倍以上の市場に成長し、現在は 50 兆円規模に近づいている。今後、2040 年代には 100 兆円を超え、30 年後の 2050 年頃には 300 兆円になると展望されている。こうしてみると、宇宙は成長産業であり「未来産業」だ。日本においては、内閣府が打ち出した「宇宙産業ビジョン 2030」のもと、現在の宇宙利用産業も含めた市場規模約 1.2 兆円を、2030 年代早期には 2.5 兆円に倍増させることを目指した取り組みが推進されている。現在、世界の宇宙ベンチャー企業は 2000 社を超え、2030 年代には 1 万社を超えと言われている。一方、日本の宇宙ベンチャー企業は 100 社足らずであるが、競争力のある技術やユニークなビジネスモデルで世界において存在感のある取り組みが注目されている。日本企業による取り組みは、米国や中国に比べると多くはないが、小型ロケット、小型衛星、衛星データ利用、宇宙デブリ除去などの軌道上サービス、宇宙旅行、月面輸送・探査・資源利用、宇宙商社、宇宙エンタメとさまざまな事業分野にわたっているのだ。また非宇宙企業（異業種企業）の宇宙参入や宇宙投資も日本の特色になっており、宇宙ベンチャーとの協業が産業を強くしている。宇宙技術が AI、5G、ロボット、IoT、量子、バイオテック、エコテック、モビリティや水素社会など、幅広い技術アリーナに結び付くことによる先端技術のシナジーも期待されている。宇宙産業があらゆる産業とつながり、インストールされ、新たな価値をもたらす基幹産業になる未来に期待したい。

<https://news.mynavi.jp/article/kinmirai-technology-kenbunroku-11/>

宇宙エレベータ建造へ前進、超小型軌道エレベータの伸展・回収実験が成功

2021/07/02 16:00 著者：齊田興哉

目次

[超小型軌道エレベータ「STARS-EC」とは？](#) [超小型軌道エレベータ「STARS-EC」の伸展・回収実験とは？](#)

[超小型軌道エレベータ「STARS-EC」の実証は何を目的にしているの？](#)

STARS Space Service から 6 月 29 日、超小型軌道エレベータ「STARS-EC」がテザーの伸展・回収の実証に成功した、そんなニュースが配信された。STARS-EC は、超小型軌道エレベーターと位置づけられる Cubesat で、将来の宇宙エレベータの建設やスペースデブリの除去などの技術に応用できるものだ。今日は、その超小型軌道エレベータとはどのようなものか、そしてこの超小型軌道エレベータの目的について紹介したいと思う。

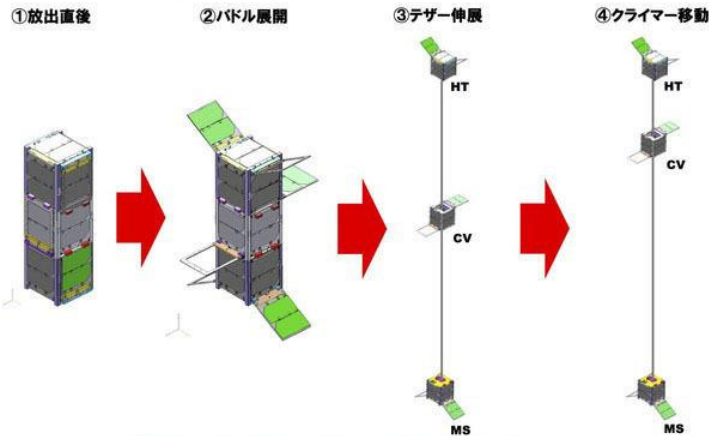
超小型軌道エレベータ「STARS-EC」とは？

超小型軌道エレベータ STARS-EC について、まず紹介したい。

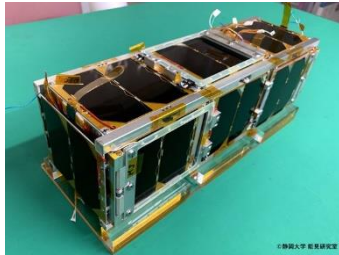
STARS-EC は、以下の画像で見られるような直方体の形状をしている。初めて見る方も多いかと思うが、同じ形の立方体のものが 3 つ連なっている。この 1 つの立法体は、1U という超小型衛星の規格で CubeSat の最小構成要素だ。10cm×10cm×10cm のサイズだ。これが 3 つ連なっているの、3U という言い方をする。

STARS-EC コンフィギュレーション

1



© STARS Space Service Inc. 2020



超小型軌道エレベータ「STARS-EC」(出典:STRAS Space Service)

超小型エレベータ STARS-EC(出典:STRAS Space Service)

STARS-EC は、STARS Space Service※1 が協力し、静岡大学の能見研究室が開発した Cubesat。静岡大学の能見研究室では、宇宙機制御システムに関する研究を実施していて、この超小型軌道エレベータ STARS-EC 以外にも、月惑星着陸機の着陸に関する制御技術やダイナミックテザーの伸展に関する研究を実施している。

STARS Space Service は、静岡大学発のベンチャー企業で創設者は、雪下真希子氏。そして、CTO が静岡大学の能見公博教授だ。STARS Space Service の動画

超小型軌道エレベータ「STARS-EC」の伸展・回収実験とは？

繰り返しになるが、2021 年 6 月 29 日、超小型軌道エレベータ STARS-EC がテザーの伸展・回収の実証に成功したというニュースが報じられた。もう少し時系列を詳細に見てみたい。

まず、超小型軌道エレベータ STARS-EC は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の国際宇宙ステーション(ISS)日本実験棟「きぼう」から 2021 年 3 月 14 日に放出された。そして同年 4 月 16 日、伸展ミッションをスタート。同年 5 月 3 日には、テレメトリデータからテザーが進展していることが確認され、同年 5 月 10 日には伸展を巻き取る回収にも成功していることが確認されたという。この実証は、世界初という。

超小型軌道エレベータ「STARS-EC」の実証は何を目的にしているの？

では、今回報じられた超小型軌道エレベータ STARS-EC のテザーの伸展・回収の実験は、何のために実施されたのだろうか。まず、宇宙エレベータの建設に使える技術を実証、確立していくためにある。宇宙エレベータと聞くとどのような企業を思い浮かべるだろうか。そう大林組だ。大林組では下図のような宇宙エレベータの施工ステップを公開している。それによると、宇宙エレベータを建設する際は、宇宙に宇宙船を打ち上げ、そこからケーブルを垂らし、そしてそのケーブルに沿ってクライマーが上下に動くという作業が必要不可欠なのだ。

少し文字が小さいのでぜひサイトにアクセスしていただき※2 じっくりご覧いただきたい。ちょうどステップ 4、5、6 あたりが今回の超小型軌道エレベータ「STARS-EC」の実証に近いことがお分かりいただけるだろうか。

ほかにも、スペースデブリの除去にもこの技術を応用できるという。宇宙空間の軌道上でテザーを自由自在に制御することができればスペースデブリに接近し、除去することも可能になるのだ。

いかがだったでしょうか。今回は、超小型軌道エレベータ「STARS-EC」のテザーの伸展・回収の実証について紹介した。実は、とても奥が深い興味深い実証であることを知っていただけたら幸いだ。



齊田興哉 さいだともや

参考文献 ・※1 [STARS Space Service](#) ・※2 [大林組](#)

宇宙エレベータの施工ステップ(出典:大林組)

宇宙エレベーター施工ステップ

*1:ペイロード(積載重量)①~④計125t

①(ケーブル(20t) + ウェイト(=建設用宇宙船本体、

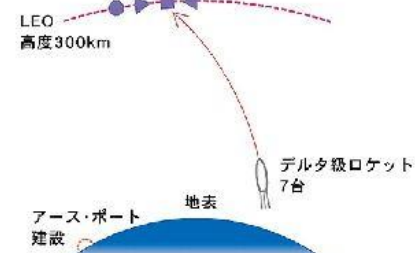
18.4t) × 2セット = 76.8t

②地球側先端スラスター(625kg) × 2セット = 1.25t

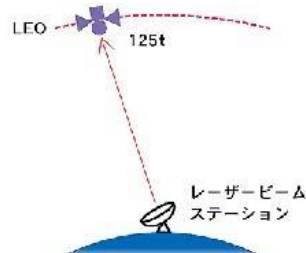
③ペイロード①~④の合計をLEOからGEOへ上昇させる燃料

④建設用宇宙船を上昇させるスラスター燃料

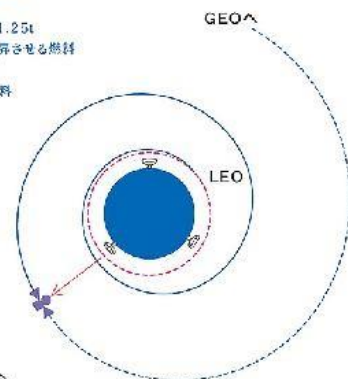
⑤ケーブルを地球側へ降下させるスラスター燃料



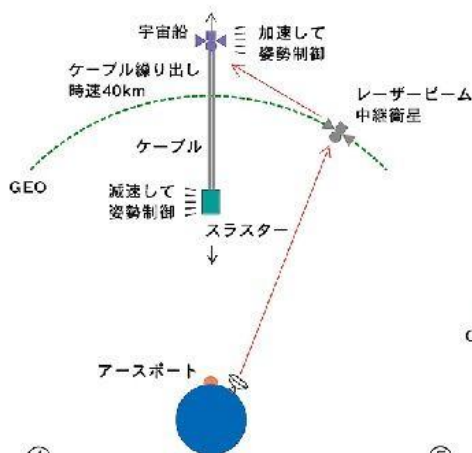
① ケーブルと建設用宇宙船、燃料を化学ロケットでLEO(低軌道)へ輸送*1。LEOで建設用宇宙船を組み立て。



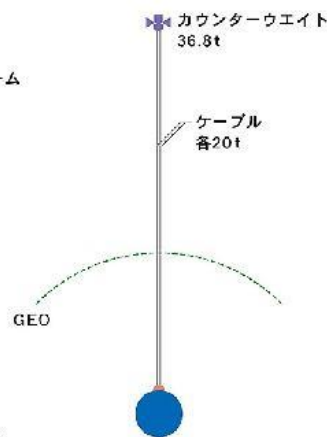
② 宇宙船はMPD(マグネトプラズマダイナミック)エンジンで、地球を周回しながら上昇。MPDエンジンに必要なエネルギーは、地上のレーザービームステーション(3台)から照射。



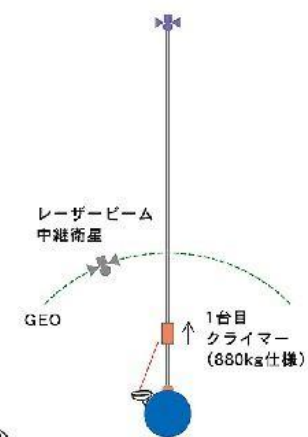
③ 140日目、GEO(静止軌道)へ到達後、建設予定地に移動。地球の自転と同じ回転速度で周回開始。



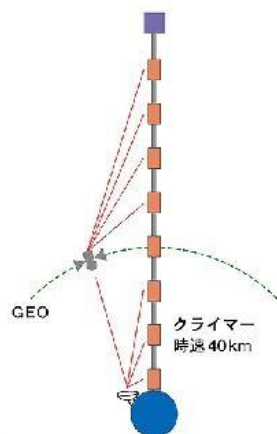
④ 先端をスラスター(推進機)に繋げた2本のケーブルを同時に繰り出しながら、宇宙船上昇。エネルギーはGEOに設置したレーザービーム中継衛星から供給。



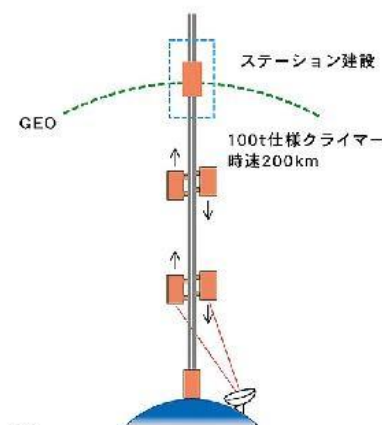
⑤ 240日目、先端スラスターが地表に到着。スラスターをバラストに交換し、ケーブルをアース・ポートに定着。高度96,000kmに達した宇宙船はカウンターウェイトとなる。ケーブル支持力は1本あたり4.95kN(505kgf)。



⑥ 最初のクライマー(本体422kg、積載ケーブル458kg)が2本のケーブルをつかんで上昇。各ケーブルを同時に補強*2する。上昇エネルギーは地球または中継衛星からのレーザービームで供給。

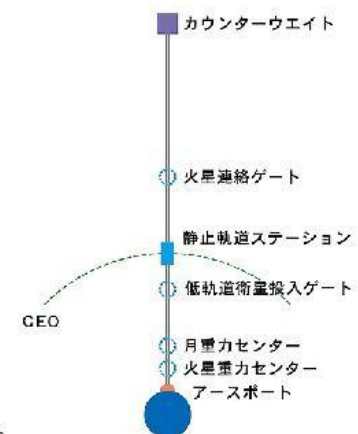


⑦ 1台目のクライマーが12,000kmに達した時点で、2台目が出発(12.5日後)。最大8台のクライマーが同時に稼働。クライマーは上端でカウンターウェイトとなる。上下の重量バランスは、変化に応じてバラストで調整。510回の補強により、18年5カ月目でケーブルの支持力は、1本あたり1,687kN(172tf)へ上昇。ケーブルの補強終了。100t仕様のクライマー(ペイロード70t)の使用が可能に。



⑧ 静止軌道ステーション(40000)建設。地球からGEOへ部材を運搬し、仮置後組み立てる。クライマーは上下すれ違い機構を搭載。クライマー発車間隔12,000km、当時6台稼働。19年11カ月目に完成。

*2:1回の補強で1.15%ずつ断面積増(=支持能力増大)。補強安全率=2、重心力余力10%(重力バランス確保)。



⑨ 火星重力センター、月重力センター、低軌道衛星投入ゲート、火星連絡ゲート各施設の建設。最も近い火星連絡ゲートへの資材運搬時に並行して、他3施設の運搬網も立てを行う。19年5カ月目に完成。

月面での建設機械の遠隔操作・自動運転を目指した遠隔施工実験を実施、鹿島建設 ら産業動向

宇宙航空研究開発機構（JAXA）と鹿島建設は、神奈川県相模原市にある研究施設「JAXA 相模原キャンパス」から、鹿児島県南種子町の「JAXA 種子島宇宙センター衛星系エリア新設道路など整備工事」に配置された建設機械を遠隔操作した後、自動運転させる実験を共同で実施した。結果、JAXA 相模原キャンパスから現場の建設機械を遠隔で操作できることと、自動運転に切り替えた建機で高精度に施工可能なことが判明した。

2021 年 07 月 01 日 07 時 00 分 公開

宇宙航空研究開発機構（JAXA）と鹿島建設は、月面での無人による有人拠点建設を目指し、「遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現」を目指した共同研究を 2016 年から進めてきた。

2019 年 3 月には、鹿島建設が、神奈川県小田原市で保有している研究施設「西湘実験フィールド」で、自動の建設機械による実験を行った。2021 年 3 月には、遠隔地からの建設機械の操作と自動運転による施工実験を共同で実施し、結果を 2021 年 5 月 18 日に発表した。

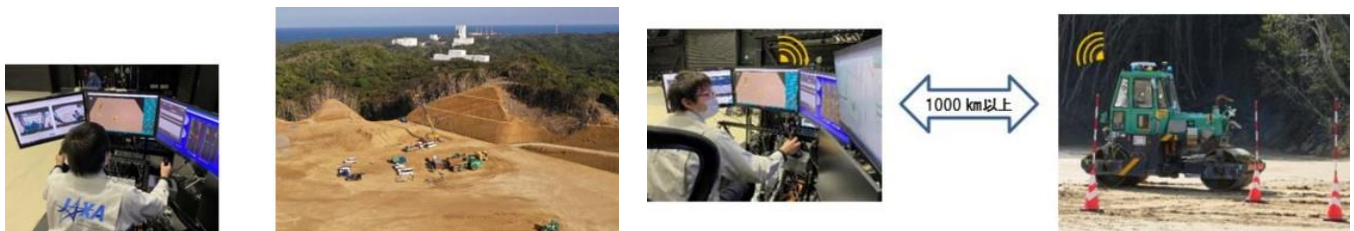
公衆回線による通信容量や通信遅延の制約があっても建機を安定して遠隔操作可能

月や火星に大勢の人を送り込むことは、現状難しいため、将来長期滞在型の有人拠点を建設するためには原則無人での施工が想定されている。遠隔操作で建機を操縦するなどして無人で施工する場合には、地球からの指示は数秒単位の遅れが生じるため、制御の効率性や不具合が発生した際の対処法として、通信に遅延が生じる環境下でも作業が止まらない技術が求められている。 解決策として、JAXA は、上記のような環境下でも機械の衝突や干渉を事前に予測して回避するとともに効率的な操作を支援する遠隔操作技術の研究を続けている。鹿島建設では、建設機械の自動運転を核とした建設生産システム「A4CSEL（クワッドアクセル）※1」を開発し、2015 年から複数のダム工事に実適用している。

※1 A4CSEL：専用の自動機械を使うのではなく、汎用の建設機械に GPS、ジャイロ、レーザスキャナーなどの計測機器と制御用 PC を搭載することで自動運転機能を付加し、自動運転を実現するシステム

そこで、両社は、JAXA が主催する研究提案の公募企画「宇宙探査イノベーションハブ」で、宇宙での拠点建設に向け、JAXA が研究する遠隔操作技術に、鹿島建設が A4CSEL の開発で得た自動化施工技術を導入し、遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現を目指す共同研究を進めてきた。

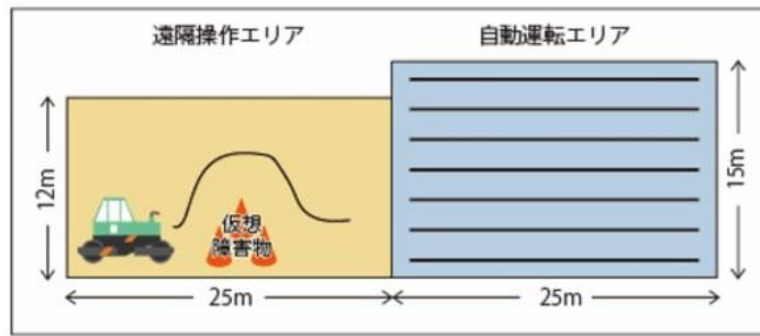
2021 年 3 月の実験では、JAXA が神奈川県相模原市で保有する研究施設「相模原キャンパス」と鹿島建設が鹿児島県南種子町で施工する「JAXA 種子島宇宙センター衛星系エリア新設道路など整備工事」の現場に設けた実験エリアを公衆電話回線で結び、遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現を果たせるかを検証した。



JAXA 相模原キャンパス宇宙探査実験棟（左）と JAXA 種子島宇宙センターの造成現場（右） 出典：鹿島建設
実験のイメージ 出典：鹿島建設

実験では、まず、地球から月面へ輸送した建機を建設予定エリアまで遠隔操作で走行させるという想定で、JAXA 相模原キャンパス敷地内にある宇宙探査実験棟の操作卓から現場の振動ローウを遠隔で操作し、月面のクレータなどを模擬した仮想障害物を避けて移動する実験を行った。これにより、JAXA が研究を進めてきた遠隔

操作技術の有効性を確認した。



無人で月面の有人拠点を構築する鹿島の“遠隔施工システム”が実現に向け前進

遠隔操作エリアと自動運転エリアのイメージ 出典：鹿島建設

に、月面拠点建設の現場を想定したエリアでは、鹿島建設が開発した A4CSEL で、自動運転に切り替えられた自動振動ローラによって転圧作業を実施。これにより、通信遅延に対応した操作支援、地形変化に対応した動作判断機能、建機の協調作業機能、遠隔操作から自動運転へのスムーズな切り替えをチェックした。

結果、両社は、A4CSEL と JAXA の遠隔操作技術を活用することで、遠隔操作を行う地点から現場が 1000 キロ以上離れ、公衆回線による通信容量や通信遅延の制約があっても、建設機械の操縦性や安定性を損なうことなく遠隔操作が行えることが判明した。さらに、遠隔操作から自動運転への切り替え後は、自動運転の建機でスムーズな施工を行えることも明らかになった。 今後、実験で得られたデータを活用し、JAXA は、有人月面活動の遠隔操作と自動運転技術の実現を目指す。一方、鹿島建設は、A4CSEL を遠隔地から管制する遠隔自動化施工や災害復旧で適用される無人化施工システムで、通信遅延による作業効率の低下を防ぐ技術の開発に生かす。

<https://nordot.app/782868800869744640?c=110564226228225532>

小型月面探査車を実証試験

北海道で、東京の宇宙ベンチャー 2021/6/30 18:39 (JST) ©一般社団法人共同通信社



宇宙開発ベンチャー「ダイモン」が開発した小型探査車「YAOKI」＝30 日午後、北海道赤平市

来年初頭にも米フロリダ州から打ち上げ予定の月面着陸機に搭載される、宇宙開発ベンチャー「ダイモン」（東京）の小型探査車の公開実証試験が 30 日、北海道赤平市で行われた。実現すれば世界初の民間による月面探査となる。 試験に先立ち行われた記者会見で、同社の中島紳一郎社長は「将来の人類移住を見据え、月面探査のみならず、居住に適していると考えられる洞窟探査にも挑戦したい」と話した。 探査車の名称はことわざの「七転び八起き」にちなみ「YAOKI」。幅と奥行きが約 15 センチ、高さ約 10 センチ、重量約 500 グラムと、コストダウンのため超軽量小型化に努めた。

<https://sorae.info/space/20210703-momo7-ist.html>

IST「ねじのロケット」打ち上げ実施、2019 年以来 2 度目の宇宙空間到達に成功！

2021-07-03 [松村武宏](#)



【▲ エンジンが点火され離床する「ねじのロケット」(MOMO7 号機)。IST による打ち上げのライブ配信より (Credit: インターステラテクノロジズ)】

【▲「ねじのロケット」搭載のカメラから配信された上昇中の様子。IST による打ち上げのライブ配信より (Credit: インターステラテクノロジズ)】

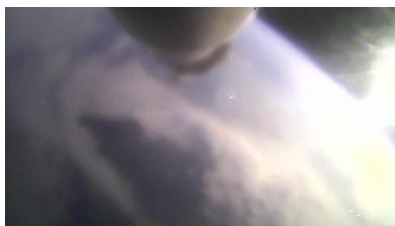
インターステラテクノロジズ (IST) は 2021 年 7 月 3 日、北海道大樹町の北海道スペースポートから観測ロケット「ねじのロケット」(MOMO7 号機) の打ち上げを実施しました。IST によると今回の最高高度は約 100km (暫定値) で、2019 年に打ち上げられた「MOMO3 号機」以来となる宇宙空間到達に成功しています。

■全面改良した「MOMO v1」による宇宙空間到達に成功

当初「ねじのロケット」の打ち上げ日時は 7 月 3 日 11 時ちょうどが予定されていましたが、上空にある氷結層が打ち上げ基準を満たさなかったため、次の打ち上げ可能時間帯である 16:05~17:50 に変更されていました。

IST によると、17 時 45 分に打ち上げられたねじのロケットは 4 分後の 17 時 49 分に最高高度の約 100km へ到達し、機体は 17 時 55 分に射点の南東沖合 73km の海上に着水しました。今回の打ち上げでは機体に取り付けられたカメラからの映像配信も初めて行われ、上昇するねじのロケットから見下ろした遠ざかる地表や、最高高度付近からの丸い水平線の眺めがリアルタイムで配信されました。IST では MOMO の目標到達高度を 100km としており、国際的な定義でも高度 100km 以上 (米空軍は高度 80km 以上) が宇宙空間とされています。過去に飛行した MOMO で目標の高度 100km に到達したのは 2019 年 5 月 4 日に打ち上げられた「MOMO3 号機」(最高高度約 113km) のみでしたが、今回は 2 年 2 か月ぶりに 2 度目の宇宙空間到達に成功したことになります。

なお、ロケットの名称「ねじのロケット」はネーミングライツ (命名権) を取得したサンコーインダストリー株式会社の命名によるもので、フェアリングのデザインには数多くの締結部品 (ねじ、ボルト、ナットなど) を取り扱う同社の個性が表現されています。MOMO では 1 機につき約 2500 本のねじが使われており、その半分以上がサンコーインダストリーのねじとされています。また、ねじのロケットにはペイロード (搭載物) として高知工科大学が開発したインフラサウンド (超低周波音) 計測器が搭載されました。この計測器は、津波、雷、噴火、台風といった災害につながる自然現象の遠隔観測技術向上を目指したデータの取得を目的としています。同大学のインフラサウンド計測器は 2018 年 6 月の「MOMO2 号機」から続けて搭載されており、今回が 5 回目です。このほかにもねじのロケットでは花キューピット株式会社のバラ、株式会社サザコーヒーの高級コーヒー「パナマ・ゲイシャコーヒー」をペイロードとして搭載。燃料には平和酒造株式会社の日本酒「紀土 純米大吟醸 宙へ!!」が添加されました。



【▲ エンジン燃焼終了後の「ねじのロケット」から配信された映像。水平線と太陽が写っている。IST による打ち上げのライブ配信より (Credit: インターステラテクノロジズ)】

【▲ 打ち上げに先立ち 6 月 1 日に公開された改良後の「ねじのロケット」(手前) (Credit: インターステラテクノロジズ)】

ねじのロケットはもともと 2020 年 7 月に打ち上げられる予定でしたが、エンジンに組み込まれている点火器の

不具合が検知されたため、2 回に渡りエンジン点火直前に自動停止（アボート）されていました。昨年は MOMO のエンジン周りで不具合が相次いでおり、2020 年 6 月に打ち上げられた「えんとつ町のプペル MOMO5 号機」は上昇中にエンジンノズルが破損したことで機体の姿勢が乱れ、安全確保のためにエンジンの緊急停止措置が行われています。これらの不具合を受けて、IST は信頼性向上と能力増強を目的とした MOMO の全面改良に着手。エンジンシステム全体の改善、ノズルの材質変更、アビオニクス（航空電子機器）の構成変更、地上側設備の高信頼化といった全体のメジャーアップデートを施した新型の機体は、従来型の「MOMO v0」に対して「MOMO v1」と呼ばれています。また、IST では高度 500km の地球周回軌道に超小型人工衛星を投入可能なロケット「ZERO」の開発を進めており、MOMO v1 は ZERO の開発を見据えた技術実証の役割も担っています。

打ち上げ後の記者会見では IST ファウンダーの堀江貴文氏が、天候以外の理由で遅れることなく初日のうちに実施できた今回の打ち上げについて、設計・製造から運用に至るチームとしての確固たる体制が確立できたことの現れだとコメント。今回の打ち上げ成功は全面改良された MOMO v1 による宇宙空間への再到達というだけでなく、ZERO による超小型人工衛星打ち上げを目指す IST にとって大きな前進を意味するものとも言えそうです。

なお、IST では TENGGA との共同プロジェクトである「TENGGA ロケット」（MOMO6 号機）の打ち上げを 2021 年夏に予定しています。TENGGA ロケットでは宇宙空間でのペイロード放出と海上での回収が試みられる予定で、成功すれば国内民間企業としては初となります。TENGGA ロケットもねじのロケットに続く宇宙空間到達が期待されます。 関連： [IST「ねじのロケット」改良後の機体を公開！観測ロケット「MOMO」初の全面改良](#)

Image Credit: インターステラテクノロジズ Source: [インターステラテクノロジズ](#) 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/article/20210701-1913632/>

IST、延期していた「ねじのロケット」の新たな打ち上げ日を 7 月 3 日に決定

2021/07/01 20:38 著者： [小林行雄](#)

インターステラテクノロジズ(IST)は、打ち上げを延期していた観測ロケット「MOMO7 号機(ねじのロケット)」の新たな打ち上げ日を 7 月 3 日に決定したことを発表した。ねじのロケットは、2020 年 7 月に打ち上げを予定していたが、点火器に問題が発生。その後、改良版エンジンなどを採用するなど、約 1 年をかけて全面改良を実施し、信頼性が向上した新型機「MOMO v1」へとリニューアルが図られている。



公開された MOMO7 号機。右が同社代表取締役社長の稲川貴大氏、左がファウンダーの堀江貴文氏 (C)IST
今回の判断は 7 月 1 日に実施した打ち上げに関する最終リハーサルを最後までクリアしたことを受けたものだという。新たな打ち上げ時刻は 7 月 3 日の 11 時を予定しており、打ち上げウインドウは 11:00~12:20 ならびに、16:05~17:50 としている(予備日は 7 月 4 日で、ウインドウは 4:15~7:50、11:00~12:20、16:05~17:50)。なお、今回の打ち上げは、2020 年 6 月に行われた「えんとつ町のプペル MOMO5 号機」と同様、新型コロナウイルス感染防止対策として、完全無観客・来町自粛・立入り制限区域の拡大等を実施して行うとしており、打ち上げの様子については、[公式 YouTube](#) などのライブ配信で視聴してもらいたいとしている。ライブ配信は、打ち上げ時刻の 1 時間前スタートを目安として行う予定で、今回は初めての取り組みとして、打ち上げ中のロケット機体カメラからのリアルタイム映像が中継される予定だという。ねじのロケットの打ち上げにおける新型コロナウイルス感染症対策の主な取り組み内容は以下の通り。

打ち上げ日時の発表を直前まで控える

見学場封鎖による完全無観客打ち上げ

見学の方が大樹町に来ないように自粛を呼びかけ
立入り制限区域の拡大(打ち上げを見られる場所を大幅に減らす)
制限区域外で人が入れそうな場所へのパトロールと声掛け
YouTube、ニコニコ動画によるライブ配信の充実
打ち上げ後記者会見は、オンラインで実施
新聞・チラシ等で立入り制限区域やパトロールエリアを周知

https://news.biglobe.ne.jp/it/0630/nlb_210630_9372098175.html

TENGA ロケット、ついに機体が完成 1000 人の思いを載せて今夏いよいよ宇宙へ

6 月 30 日（水）23 時 39 分 [ねとらぼ](#)



これが TENGA ロケット！ [写真を拡大](#)

TENGA およびインターステラテクノロジズは 6 月 30 日、両社がこの夏に打ち上げを予定している「TENGA ロケット」の機体を初公開しました。これが宇宙に行くのか……！

TENGA の松本光一社長と、インターステラテクノロジズのファウンダーである[堀江貴文氏](#)がテレビ番組で共演したことからスタートした「TENGA ロケットプロジェクト」。今回公開されたロケットは、インターステラテクノロジズの観測ロケット「MOMO（モモ）」をベースに、TENGA のブランドメッセージである「愛と自由と TENGA」を機体にデザインしたもの。ミッションの一つである、1000 人のメッセージを載せた POD を宇宙へと放出するため、独自に開発した放出機構を搭載しているのが特徴となっています。また、ロケットにはデータ計測用の TENGA も搭載され、宇宙用 TENGA 開発のためのデータ収集も行われる予定とのこと。打ち上げは 2021 年夏を予定しており、当日の様子は YouTube やニコニコ動画などでライブ配信される予定。なお、COVID-19（新型コロナウイルス感染症）対策のため、打ち上げは完全無観客で行い、また見学者が周囲に集まらないよう、具体的な日程の発表も直前までは控えるとしています。

https://news.biglobe.ne.jp/economy/0629/prt_210629_4479736725.html

民間にひらかれた宇宙港「北海道スペースポート」整備を、企業版ふるさと納税で 3

社が支援 6 月 29 日（火）17 時 46 分 [PR TIMES](#)



[写真を拡大](#)

北海道大樹町（本庁：北海道広尾郡大樹町、町長 酒森正人）と SAPCE COTAN 株式会社（本社：北海道広尾郡大樹町、代表取締役社長 小田切義憲）は、民間にひらかれた宇宙港「北海道スペースポート（以下、HOSPO）」の整備資金として、北海道内の 3 社（萩原建設工業株式会社、株式会社奥原商会、西江建設株式会社）から 2021 年 5 月までに企業版ふるさと納税で合計 4,300 万円の支援をいただいたことを発表いたします。これにより、本

取り組みへの企業版ふるさと納税は 8 社、合計 1 億 3,550 万円となります。

本取り組みにより、日本で初めてふるさと納税の仕組みを活用した宇宙港建設が実現に向けて前進いたします。

[画像 1: <https://prtimes.jp/i/78016/6/resize/d78016-6-521613-0.png>]

北海道スペースポートとは

HOSPO は、2021 年 4 月に北海道大樹町にて、アジア初の民間にひらかれた宇宙港として本格稼働しました。

「北海道に、宇宙版シリコンバレーをつくる」というビジョン実現に向けて、ロケットおよび宇宙旅行等を目的とした宇宙船（スペースプレーン）の射場・実験場を整備し、打上げ支援業務を行います。HOSPO は世界の宇宙ビジネスを支えるインフラとして、航空宇宙の研究開発～ビジネスのサポートならびに地方創生を含むビジネス機会を提供します。2025 年前までに 2 つの人工衛星用ロケット射場整備の資金を集めており、その資金確保にふるさと納税（企業版・個人版）や寄付の仕組みを活用しております。*1

北海道スペースポート Website : <https://hokkaidospaceport.com>

*1：大樹町では地域再生計画「大樹町発！航空宇宙産業集積による地域創生推進計画」のなかで企業版ふるさと納税の用途として、スペースポートの施設整備を盛り込み、2020 年 3 月に内閣府の認定を得ている。

寄附いただいた企業様のご紹介

萩原建設工業株式会社；弊社は、大正 7 年の創立以来、総合建設業者として十勝・帯広の発展に資するべく、業務に邁進して参りました。そうした中で、地元十勝を起点として宇宙産業の誘致育成に大きな可能性を持つ本事業の展開に期待しつつ、グループを挙げて応援して参ります。

・所在地：北海道帯広市東 7 条南 8 丁目 2 番地

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/78016/6/resize/d78016-6-991601-1.png>]

・代表者：代表取締役 萩原 一利 ・事業内容：総合建設業 ・URL：<http://www.hagiwara-inc.co.jp>

株式会社奥原商会；私たち株式会社奥原商会は、十勝・釧路地域を中心に「暮らし」に貢献するサービス企業として、総合力と創造性を大切に、お客様に満足していただける商品並びに製品の提供を行っております。

私たちが大切にしているのは確かな「技術と情熱」です。品質に対して「自信と責任」を持ち、お客様に「安心と信頼」される製品を提供し、地域社会に貢献し続けます。創業 70 年を迎えた現在、「いきいきと活力ある安定企業」を目指し、日々努力しております。

・所在地：北海道帯広市西 20 条北 1 丁目 3 番 30 番地

[画像 3: <https://prtimes.jp/i/78016/6/resize/d78016-6-744053-2.png>]

・代表者：代表取締役 奥原 宏

・事業内容：自動車関連電装品機器等の販売・サービス、産業機械関連の販売・サービス、空調・暖冷房・給排水衛生設備工事の施工管理・保守サービス、情報通信機器の販売・サービス、新車・中古車の販売

・URL：<http://okuhara.co.jp/>

西江建設株式会社；当社は昭和 28 年創業以来、北海道全域に渡って、河川、道路（橋梁・トンネル）、農地整備、高速道路や北海道新幹線などの公共土木工事を多岐に手掛け、北海道のインフラ整備を支えています。

北海道スペースポート（HOSPO）構想は十勝のインフラに大きな影響を与え、北海道全体の発展にも貢献するプロジェクトです。全社挙げて応援して参ります。

・所在地：北海道帯広市西 4 条北 2 丁目 20 番地

[画像 4: <https://prtimes.jp/i/78016/6/resize/d78016-6-998036-3.png>]

・代表者：取締役社長 西江 靖幸 ・事業内容：総合建設業 ・URL：<https://www.nishie-co.jp/>

※SPACE COTAN 株式会社は、大樹町から業務委託を受け、企業版ふるさと納税の PR 業務を行っています。

https://news.biglobe.ne.jp/economy/0701/prt_210701_5156122031.html

高校生主体の衛星打上げ・運用に挑戦！クラーク記念国際高等学校、東京大学、

Space BD による「宇宙教育プロジェクト」が始動

7月1日（木）16時16分 [PR TIMES](#)



[写真を拡大](#) プロジェクトアンバサダーに宇宙飛行士 山崎 直子 が就任！ [写真を拡大](#)

クラーク記念国際高等学校（本校：北海道深川市、校長:三浦 雄一郎、以下クラーク国際）と、国立大学法人 東京大学大学院工学研究科（東京都文京区）、Space BD 株式会社（東京都中央区、代表取締役社長：永崎 将利、以下 Space BD）は、クラーク国際開校 30 周年の記念事業の一環として、高校生による人工衛星開発・打上げ、及び宇宙をテーマにした探究学習プログラムの開発により未来のリーダー人材育成を目指す「宇宙教育プロジェクト」を開始します。なお、プロジェクトアンバサダーとして宇宙飛行士 山崎 直子が就任します。

本プロジェクトは、東京大学大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 中須賀 真一教授指導、Space BD 支援の下、高校生による人工衛星開発・打上げを実現する、クラーク国際独自のカリキュラムを通じて、未来の社会で活躍するリーダーの育成を目指します。

[画像 1: <https://prtimes.jp/i/40238/45/resize/d40238-45-924cb48cac3057468be9-6.jpg>]

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/40238/45/resize/d40238-45-265ba2ba97a2905b64eb-2.jpg>]

《プロジェクト概要》

「宇宙教育プロジェクト」は、生徒主体の衛星開発・運用、ミッション実行をベースに高校生が宇宙に関心を持ち、宇宙視点で様々な課題解決を考え実行できる未来のリーダー人材育成を目指した教育プログラムの開発を目的としたプロジェクトです。衛星開発・運用を通じ、宇宙開発への興味関心と課題解決の達成に向けた生徒たちの主体性を育てると共に、未来の社会で活躍する人材として不可欠な非認知能力を伸ばしてまいります。具体的には以下2つの目標に向けて挑戦します。

1. 日本初の高校生による衛星「クラーク衛星 1 号機（仮）」の開発

2022 年度に予定している第 1 回目の打上げにおいては、ステップ 1 として、高校生による衛星「クラーク衛星 1 号機（仮）」の開発と軌道上での運用を目指します。

東京大学大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 中須賀 真一教授による指導と、Space BD による支援の下、高校生が主体となった人工衛星の開発、地上での各種環境試験、官辺申請、打上げ後の軌道上の衛星の運用までを実施。人工衛星を活用したミッション策定から衛星開発、打上げ後の運用まで生徒たちが関わり、宇宙への興味の扉を開くと共に、地球のリーダーとして様々な課題解決に向けて考え行動できる人材を育成してまいります。

衛星は 10cm 角の 1U サイズと呼ばれるキューブサットになる予定で、クラーク国際開校 30 周年にあたる、2022 年度の打上げを目指します。

また、在籍する 1～3 年生を対象とした部活動「宇宙探究部」を創設し、「衛星開発チーム」と、宇宙開発の魅力を社会に伝える「国際広報チーム」、人工衛星の運用を行う「宇宙ミッション実行チーム」に分かれ、生徒の宇宙への興味関心を深めていきます。

2. 宇宙をテーマにした独自の探究学習プログラム「宇宙探究学（仮）」の開発・実施

東京大学との学術指導制度により、中須賀 真一教授から宇宙を題材にして行う探究学習についてのアドバイスを受け、独自の探究学習プログラム（宇宙をテーマにした「宇宙探究学（仮）」）を構築。全生徒へ向けて授業実施を行います。※カリキュラム完成予定：2023 年 3 月末

《宇宙探究部と今後の活動内容について》

2021 年 7 月より本格的に活動を開始いたします。部員は全国のクラーク記念国際高等学校に在籍する生徒より公募し、最大 100 名程度を予定しています。

活動開始に先駆け、6 月 25 日には宇宙開発の概論に関する生徒の理解促進を目的とした、中須賀 真一教授による宇宙開発講義を開催しました。今後は、衛星ミッションの検討から入り、衛星組み立て作業や衛星環境試験、管制局の組み立て作業への一部参加、また無線局落成検査や安全審査会の立ち合いなどを経て衛星打上げを目指します。衛星開発関連以外では、衛星打上げおよび衛星放出の際の取材やホームページの制作についても生徒の活動対象となります。

《メッセージ》

■山崎 直子（宇宙教育プロジェクト アンバサダー宇宙飛行士）

[画像 3: <https://prtimes.jp/i/40238/45/resize/d40238-45-84cafa96a8ad7060a402-0.jpg>]

「宇宙へ挑むことは、大変だからこそ、喜びも学びも多いと思います。高校生の皆さんが、宇宙へ大志を抱かれたことを、心から尊敬します。そして、そんな高校生の思いを応援する環境ができたことを嬉しく思います。人工衛星打ち上げを通じて、皆さんが成長されていくことを、心より応援しております。」

■中須賀 真一（東京大学大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授）

[画像 4: <https://prtimes.jp/i/40238/45/resize/d40238-45-0f080ca9d37b216ae737-3.jpg>]

「衛星を作る、しかも高校生が作るという大きな挑戦に乗りだしたことは素晴らしいです。衛星開発はモノづくりや科学技術だけでなく、プロジェクト管理や対外交渉など様々な勉強の素材の宝庫。この活動の中で皆さんが大きく育つことを期待しています。しんどいことも多いけど、その先にある大きな喜びを目指して、大いに頑張りましょう！」

■永崎 将利（衛星打上げプロジェクトリーダー 宇宙商社(R) Space BD 株式会社 代表取締役社長）

[画像 5: <https://prtimes.jp/i/40238/45/resize/d40238-45-27d109b082b1259fb4ef-1.jpg>]「プロ同様に衛星をつくり・打上げ・運用を行う本格的な機会の提供によって、クラーク生の皆さんの挑戦をお手伝いできることを光栄に思います。日本初の宇宙商社(R)として宇宙ビジネスに挑む当社は、真に社会で活躍する人材育成を祖業とする会社でもあります。本プロジェクトに心から賛同申し上げ、宇宙と教育の両面に全力で貢献してまいります。」

【クラーク記念国際高等学校について】

「Boys, Be Ambitious!」で知られるクラーク博士の精神を教育理念に受け継ぐ唯一の教育機関として 1992 年に開校。北海道深川に本校を設置し、全国 50 を超える拠点で 1 万人以上が学ぶ。通信制でありながら全日制と同様に毎日制服を着て通学して学ぶ「全日型教育」という新たな学びのスタイルを開発・導入。カリキュラムの柔軟性を生かし、生徒のニーズに合わせた様々な特徴ある授業を展開。毎年、海外大学や国公立、有名私立大学などへの進学者を輩出している。

【東京大学中須賀・船瀬研究室について】

2003 年に世界初の 1kg 衛星（CubeSat と呼ぶ）の衛星の開発と打ち上げに成功して以来、13 機の超小型衛星（100kg 以下の衛星の総称）を打ち上げ、この分野で世界をリードする活動をしている。これまでに中大型衛星に比べ圧倒的な低コストと短期開発が可能な超小型衛星は、大学・ベンチャー・地方自治体・新興国など新しいプレーヤーの宇宙活動への参入と、それによる新しいタイプの宇宙利用を生み出し、世界は超小型衛星の時代に入りつつある。東京大学でも、研究開発だけでなく立ち上げたベンチャー会社が様々なビジネスを展開し、宇宙の産業化に貢献している。また、学生に主体的に開発させることで、ジュース缶サイズの模擬衛星 CanSat や超小型衛星を工学教育にも利用しており、卒業生が JAXA をはじめ多くの分野で活躍している。

【Space BD 株式会社について】

Space BD は、日本の宇宙ビジネスを世界を代表する産業に発展させることを目指す「宇宙商社(R)」です。2017 年の創業以来、国際宇宙ステーション(ISS)をはじめとする宇宙空間の利活用におけるビジネスプランの検

討から技術的な運用支援までをワンストップで取り組みます。直近では 2021 年 3 月に JAXA「月周回軌道輸送サービスの概念検討業務」の実施企業に選定、同 5 月には JAXA との基本協定に基づき、宇宙空間特有の微小重力環境を活用するライフサイエンス事業に参入しました。さらには、NASA・JAXA で実践されている宇宙飛行士の訓練プログラムを基にした独自の教育プログラムを開発し青少年向けに提供、また起業家精神育成プロジェクトの企画・運営など、未来の社会で活躍する人材育成にも取り組んでいます。

宇宙商社(R) Space BD は宇宙を利活用したい全ての方に向けて、「事業開発力」と「技術力」の両輪で総合的なサービスを提供し、宇宙の産業化を促進していきます。

[画像 6: <https://prtimes.jp/i/40238/45/resize/d40238-45-2e92f397fa4f3535d44d-5.png>]

<https://jp.techcrunch.com/2021/07/02/2021-06-30-spacex-delivers-88-satellites-to-orbit-lands-first-stage-onshore-for-first-time-in-2021/>

SpaceX が 88 機の衛星を軌道に乗せ、2021 年初めて 1 段目の地上着陸に成功

2021 年 7 月 02 日 by [Aria Alamalhodaiei](#), [sako](#)



画像クレジット：SpaceX

SpaceX（スペースエックス）は、米国時間 6 月 30 日外部顧客向けの衛星 85 基と Starlink（スターリンク）衛星 3 基を軌道に打ち上げ、同社のライドシェアミッション（相乗りミッション）で 2 回目の成功を収めた。この Transporter-2（トランスポーター2）ミッションは、1 回目のライドシェアミッションよりも宇宙に送り出す物体の数は少なかったものの（Transporter-1 では 143 個の衛星を打ち上げ、[新記録](#)を達成した）、全部を合わせた質量はより大きなものになった。この Transporter の打ち上げは、同社のライドシェアビジネスモデルの一環である。[2019 年に発表された](#)これらのミッションは、ロケットのペイロード容量を複数の顧客に分配することで、それぞれの顧客のコストを低減させる。多くの顧客は、こうした手段を使うことなしには、軌道に乗せるための費用を支払うことが不可能な中小企業だ。それでも今回 SpaceX は、ロケットを満載にし、運用をまかなうための収入を手にすることができた。今回の Falcon 9（ファルコン 9）ロケットは、米国東部時間 6 月 30 日午後 3 時 31 分（日本時間 7 月 1 日午前 5 時 31 分）頃、フロリダ州のケープ・カナベラルから離陸した。これは 2021 年における、20 回目の Falcon 9 の打ち上げで、ロケットの 1 段目を海上の無人船ではなく陸上に戻すことを狙った 2021 年最初の打ち上げだった。1 段目のブースターは米国東部時間 6 月 30 日午後 3 時 34 分（日本時間 7 月 1 日午前 5 時 34 分）頃に分離してケープカナベラルに戻り、発射から約 8 分後には着地に成功した。今回は同ブースターにとって 8 回目の飛行となる。このミッションには 10 社近くの顧客が参加しており、その中には 14 社の顧客に代わって 36 機の小型衛星を打ち上げる Spaceflight（スペースフライト）のような顧客のペイロードを編成する打上げサービス事業者や、同社の Sherpa-LTE という名の電気推進機なども含まれている。また、宇宙情報企業 Umbra（アンブラ）の初の打ち上げ衛星や、Loft Orbital（ロフト・オービタル）の「ライドシェア」衛星である YAM-2 と YAM-3 も搭載されている（それぞれの衛星には、別々の顧客のための 5 つの独立したセンサーが搭載されている）。今回の打ち上げは SpaceX にとって 2021 年 20 回目にあたるものだったので（これまでの総ミッション数としては 127 回目）、2021 年の打ち上げ回数は 2020 年の記録である 26 回をはるかに上回ると考えても良いだろう。今回の Transporter-2 の打ち上げは、当初米国時間 6 月 29 日に予定されていたものが

延期された2回目の試行だった。1回目の打ち上げは、プロペラ機がフライトゾーンに侵入してきたために、発射11秒前に中止された。このことを受けて、SpaceX CEOのElon Musk（イーロン・マスク）氏は、規制システムが壊れていると発言した。残念ながら、無闇に巨大な「立入禁止ゾーン」に他の航空機が侵入してしまったため、本日の打ち上げは中止となりました。大規模な規制改革なしに、人類が宇宙飛行文明を手に入れることはできません。現在の規制システムは壊れています。

<https://www.sed.co.jp/contents/news-list/2021/07/0702-2.html>

ワンウェブ8回目の打ち上げで北緯50度以北での高速通信サービスが可能に

最終更新 2021.07.02

日本時間2021年7月1日(水)午後9時48分に、ワンウェブ(OneWeb)衛星36機を搭載したソユーズ2.1bロケットが、極東ロシアのポストチヌイ基地から打ち上げられました。ポストチヌイ基地からのワンウェブ衛星打ち上げは5回目になります。最初の衛星分離は打ち上げ後1時間18秒に開始され、上段のフレガットステージから、4機ずつ9回に分けて実施されました。衛星分離の間には、姿勢制御システムが短時間の噴射を行い、衛星間の距離を適切に保ちました。上段ロケットは3回の噴射が行われ、最後の噴射はフレガットステージを安全に再突入させるために実施されました。また、36機の衛星はすべて正常に作動したことが確認されました。これで軌道上のワンウェブ衛星の総数は254機となり、計画している648機の低軌道衛星の40%が打ち上げられたこととなります。北緯50度以北の地域をカバーするための5回の「Five to 50」ミッションが完了した事により、イギリス、カナダ、アラスカ、北欧、グリーンランド、北極圏での通信が可能になりました。

今年の夏にはアラスカやカナダを含むいくつかの主要都市でサービスのデモンストレーションが開始されることになっています。グローバルサービスは、2022年にサービスが開始される予定です。

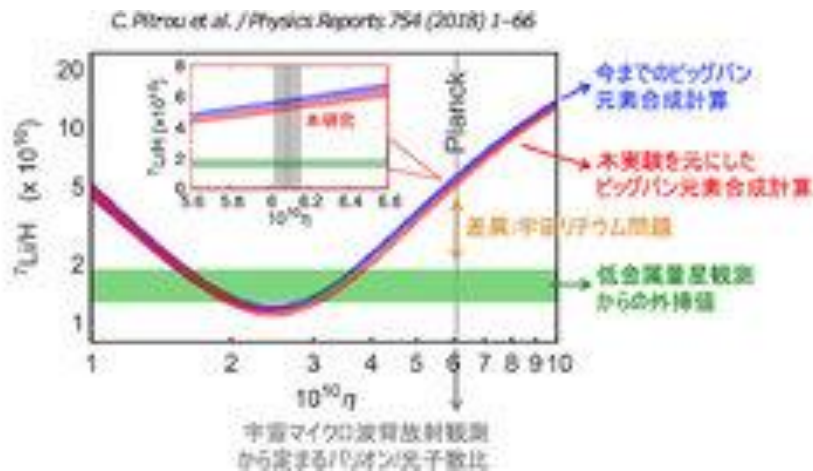
		Hight	1200km	
		Total number	882	650
		LaunchDate	Rocket	Number
ギアナ	1	2019/2/28	Soyuz ST-B	6
バイコヌール#1	2	2020/2/7	Soyuz-2.1b	34
バイコヌール#2	3	2020/3/22	Soyuz-2.1b	34
ポストチヌイ#1	4	2020/12/18	Soyuz-2.1b	36
ポストチヌイ#2	5	2021/3/25	Soyuz-2.1b	36
ポストチヌイ#3	6	2021/4/26	Soyuz-2.1b	36
ポストチヌイ#4	7	2021/5/29	Soyuz-2.1b	36
ポストチヌイ#5	8	2021/7/1	Soyuz-2.1b	36
	9			
		Current No.		254 Credits: SED

source : [OneWeb 社](#), [ROSCOSMOS](#)

https://news.biglobe.ne.jp/it/0702/mnn_210702_0167399120.html

東大など、「宇宙リチウム問題」の解決へ一歩前進

7月2日(金) 16時22分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

東京大学(東大)は7月1日、推定値が観測値の3~4倍になってしまう「宇宙リチウム問題」において、「ビッグバン元素合成」において壊れやすいリチウム-7(${}^7\text{Li}$)の親核であるベリリウム-7(${}^7\text{Be}$)の生成量を減らす働きのある「 ${}^7\text{Be} + \text{中性子反応}$ 」の断面積測定を行い、これまで未測定であった ${}^7\text{Li}$ 第一励起状態への遷移の寄与によって、 ${}^7\text{Li}$ の推定値が1割ほど下方修正される可能性を示したと発表した。同成果は、東大大学院 理学系研究科 附属原子核科学研究センターの早川特任助教、同・山口講師らと、イタリア国立原子核物理学研究所 - 南部国立研究所 (INFN-LNS)、韓国の成均館大学からなる国際共同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 Letters」に掲載された。宇宙には、最初から92種類の天然の元素がそろっていたわけではない。ビッグバンの直後は水素やヘリウムなど、わずかな軽い元素のみが存在していたと考えられている。そうした軽い元素の合成はビッグバンによるものであることから、「ビッグバン元素合成」(Big Bang Nucleosynthesis:BBN)といわれており、その水素やヘリウムの同位体の推定生成量は観測とよく一致しているため、標準ビッグバン理論を支持する大きな証拠の1つとされている。ビッグバン開始から約3分後、原子核が結合できる程度の温度(絶対温度10億K以下)まで下がると、陽子と中性子が1つずつ結合した重水素の原子核が量的に十分に存在できるようになり、その先の元素合成の足がかりとなったほか、ビッグバン開始から約20分後になると、宇宙の物質密度が元素合成をするには小さくなり、そこでBBNは終了となったと考えられている。この約20分ほどの間に、水素、ヘリウム、リチウム、ベリリウムなどの軽い元素の同位体が生成されたと考えられており、これがBBNとされる。しかし、リチウムについては、その生成量の理論推定値が観測推定値の3~4倍にもなってしまうという大きな隔たりがあり、標準ビッグバン理論における矛盾点「宇宙リチウム問題」として長年にわたって研究者を悩ませてきた。問題の解決には、初期宇宙の低金属量星の観測から推定される原始リチウム-7(陽子3個+中性子4個の安定同位体でリチウムの大多数を占める、 ${}^7\text{Li}$)量、宇宙マイクロ波背景放射観測から導かれるバリオン/光子数比、そして、原子核反応データに基づくBBNモデル計算のそれぞれに矛盾がないか検証されなければならないという。原子核物理学的観点としては、BBN中、生成された ${}^7\text{Li}$ は大量に存在する陽子と反応して、すぐに2つのヘリウム-4(陽子2個+中性子4個、 ${}^4\text{He}$)粒子に分解してしまうが、同重体のベリリウム-7(陽子4個+中性子3個、 ${}^7\text{Be}$)は20分ほど続くBBNの終了後まで生き延びるものの、半減期53日の放射性同位体のため、電子捕獲によって ${}^7\text{Li}$ に変換されて安定することとなる。これは、BBNにおける ${}^7\text{Li}$ 生成量を決めるのはむしろ親核の ${}^7\text{Be}$ であり、 ${}^7\text{Be}$ 生成量の増減に関わる原子核反応の反応断面積が重要になると研究チームでは説明する。近年、 ${}^7\text{Be}$ 生成量に関わるいくつかの原子核反応実験が複数の研究チームから報告されるようになってきたが、実験原子核物理の観点からは重要な進展であるものの、BBNに新たな制限をかけるほどの結果は報告されていないという。また、最も影響力のある「 ${}^7\text{Be} + \text{中性子}(n) \rightarrow \text{陽子}(p) + {}^7\text{Li}$ 反応」は基底状態への遷移($p0 + {}^7\text{Li}$)のみ長らく議論の対象で、第一励起状態への遷移($p1 + {}^7\text{Li}^*$)がどれくらいの寄与を持っているかの測定はされていないままだったという。そこで今回の研究では、 ${}^7\text{Be}$ 生成量に大きく影響する ${}^7\text{Be} + n \rightarrow p + {}^7\text{Li}$ 、 ${}^7\text{Be} + n \rightarrow (p + {}^7\text{Li} \text{ を経ての }) {}^4\text{He} + {}^4\text{He}$ 反応の断面積の測定が実施された。実験は、理化学研究所の仁科加速器研究センターのAVFサイクロトロンからビーム供給を受ける、東大大学院 理学系研究科 附属原子核科学研究セン

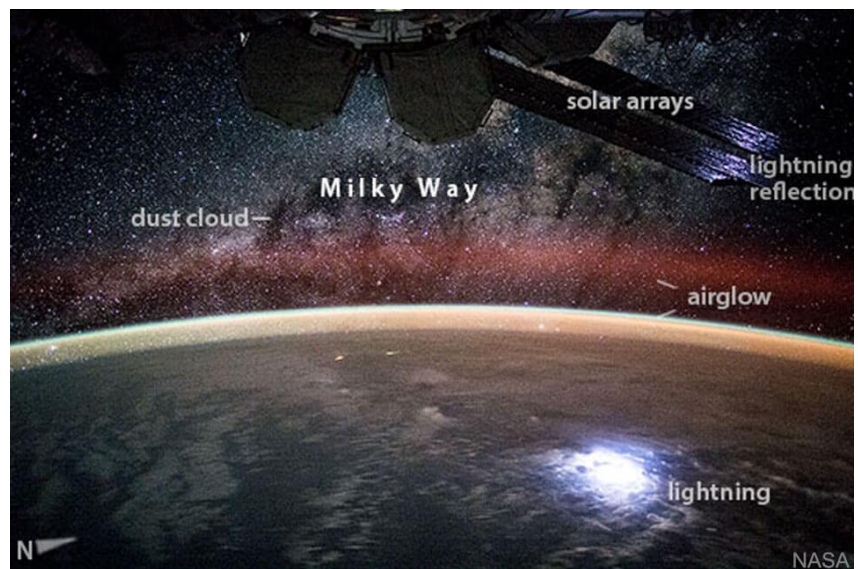
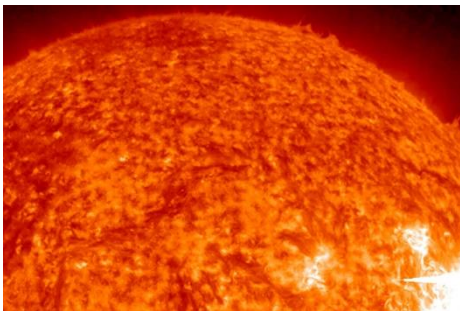
ターの放射性同位体ビーム生成装置「CRIB」(Center-for-Nuclear-Study Radioactive Isotope Beam separator)で ${}^7\text{Be}$ ビームが生成・分離され、実施された。実験で得られた断面積データは、過去の利用可能なデータとともに、複合核である ${}^8\text{Be}$ (陽子 4 個+中性子 4 個)の「共鳴構造」を考慮した「R 行列解析」によってフィットさせられ、10meV~1MeV の広いエネルギー範囲で連続的に断面積が導き出され、これを用いて得られた熱反応率を BBN 計算に適用した結果、リチウム-水素数比(${}^7\text{Li}/\text{H}$)が $5.63+0.22-0.24 \times 10^{-10}$ から $5.18+0.22-0.25 \times 10^{-10}$ へと減少することが確認されたという。初期天体のリチウム量の観測から外挿した推定値は ${}^7\text{Li}/\text{H}=1.58 \pm 0.3 \times 10^{-10}$ であるため、宇宙リチウム問題を完全に解決するにはさらにほかの要因が必要であるとするが、今回の研究により、BBN のほかの条件を何も変えずに ${}^7\text{Li}/\text{H}$ 値を 1 割程度減らすことを実験的に示すことに成功したことから、今後の問題解決に向けた正しく方向に導くのに役立つことが期待されると研究チームでは説明する。

なお、宇宙リチウム問題についてはさまざまな解決法が理論的に提案されているが、どれも未だ総意は得られていない。今回行われた実験により、明らかな ${}^7\text{Li}$ 推定量の減少を提言できたことは、問題解決に向けて一歩前進したといえると研究チームではしているほか、今回の実験手法は、今後ほかの中性子+不安定核反応測定への応用も期待されるとしている。

<https://sorae.info/astronomy/20210628-solar-flare.html>

太陽フレアと雷が「宇宙空間との境界」に影響 アレシボ天文台収集データで調査

2021-06-28 [吉田 哲郎](#)



【▲太陽フレア (Credit: NASA/STEREO/Heliviewer)】

【▲ ISS から撮影された雷光 (右下)。太陽電池アレイにその光が反射している。(Credit: NASA, JSC, ESRS)】
プエルトリコにあるアレシボ天文台の電波望遠鏡が解体を待たずして崩壊したことは記憶に新しいところです。

関連: [アレシボ天文台の電波望遠鏡が崩壊する様子を捉えた動画](#)

アレシボ天文台は地球外知的生命体探索 (SETI : Search for Extra-Terrestrial Intelligence) で特に有名ですが、これまでパルサーや電離層の観測的研究でも成果を挙げてきました。そのアレシボ天文台で収集されたデータを用いた電離層に関する新たな研究が公開されました。太陽から噴出する太陽フレアと地球上で発生する雷は、地球の電離層に影響を与え、長距離通信に障害を引き起こす可能性もあります。ニューメキシコ工科大学の物理学助教 Caitano L da Silva 氏が率いる研究チームは、アレシボ天文台の非干渉散乱レーダー (ISR : Incoherent Scatter Radar)、人工衛星、プエルトリコの雷探知機のデータを用いて、雷と太陽フレアが同時に電離層 D 領域 (「宇宙空間との境界」とも呼ばれています) に及ぼす影響を初めて検証しました。研究成果は 2021 年 5 月 13 日付けの「Scientific Reports」誌に掲載されました。研究チームは、太陽フレアや雷の影響で、自動車や航空機に搭載さ

れている GPS などの長距離通信に利用（※）されている「宇宙空間との境界」に独自の変化が生じていることを、世界で初めて解析しました。

（※）電離層は電波を反射する性質を持っているため長距離通信に利用されています。

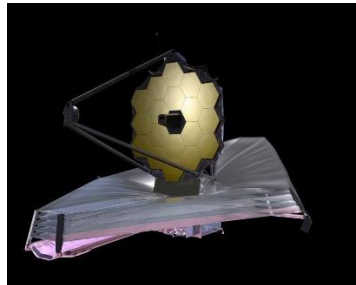
「今回の結果は、とてもエキサイティングです。私たちが論文で示した重要な点の 1 つは、雷と太陽フレアによる特徴は全く異なるということです。前者は電子密度の減少を引き起こす傾向があり、後者は増強（またはイオン化）を引き起こす傾向があります」と da Silva 氏は語っています。「この研究は、大気領域の結合を完全に理解するためには、（雷から）下部電離層へのエネルギー入力を適切に説明する必要があることを強調しています。アレシボ天文台で長年にわたって収集された豊富なデータは、下部電離層における雷の影響を定量化するための画期的なツールとなることでしょう」そしてまた、地球の電離層への影響を理解することは、通信の改善にもつながります。アレシボ天文台は今後も存続される見通しで、蓄積されたデータなどによる研究に期待したいものです。Image Credit: NASA/STEREO/Heliviewer, NASA, JSC, ESRS

Source: [University of Central Florida](#)、[Scientific Reports](#)、[APOD](#) /吉田哲郎

<https://sorae.info/astronomy/20210630-nasa-jwst.html>

NASA の次世代ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡、初期宇宙の謎に挑む！

2021-06-30 [飯銅 重幸](#)



【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の主鏡。直径 6.5m になる（Credit: NASA/Chris Gunn）】

【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のイメージ図（Credit: NASA）】

2021 年の後半に打ち上げが予定されている NASA の次世代ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（正式名称 James Webb Space Telescope）はハッブル宇宙望遠鏡の後継機になります。口径 6.5m の主鏡を持ち、優れた感度と空間分解能で、赤外線を観測します。ちなみに、ハッブル宇宙望遠鏡の主鏡の口径は 2.4m です。

ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、このような優れた性能を活かして、ファーストスターや銀河の形成、宇宙の再電離などに関する初期の宇宙の謎の解明に挑むのです！

今回はこれらのなかでも特に宇宙の再電離にフォーカスしてみたいと思います。

■宇宙の再電離とは？

ビッグバン直後、宇宙は非常に高温・高密度でした。そのため水素などの物質は原子核と電子がバラバラの状態になっていました。つまり電離していました。光は自由電子によって散乱させられてしまうためにこのような状態では真っ直ぐに進むことができません。しかし、宇宙が膨張を続け、温度が下がったことで原子核と電子が結合し、光は自由電子に邪魔されることなく、真っ直ぐに遠くまで進むことができるようになりました。これを宇宙の晴れ上がりといいます。ビッグバンから約 38 万年後のことだと考えられています。この頃、宇宙には、まだ恒星などはなく、この後しばらく暗黒時代が続きますが、ファーストスターの登場によって、この暗黒時代も終わりをむかえます。ファーストスターは、太陽質量の 40 倍ほどの質量があり、強烈な紫外線を放っていました。そのため、この強烈な紫外線によって、中性水素ガス(電離していない水素ガスのこと)が再び電離しました。これが宇宙の再電離です。ビッグバンから 2～5 億年ほどで始まり、ビッグバンから 9 億年ほどで完了したと考えられています。この宇宙の再電離についてはまだよく解っていないことがたくさんあります。

■クエーサーを光源として銀河の間にある中性水素ガスを調べる

クエーサー（活動銀河核）は非常に明るい天体です。その明るさは、クエーサーが存在する銀河にある恒星全部の明るさを合わせたものよりも明るいのです。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が観測する初期の宇宙はとても遠く暗いです。そのためこの非常に明るいクエーサーを利用します。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は打ち上げられるとすぐに誕生してから8億年に満たない初期の宇宙に存在した6個のクエーサーを観測します。

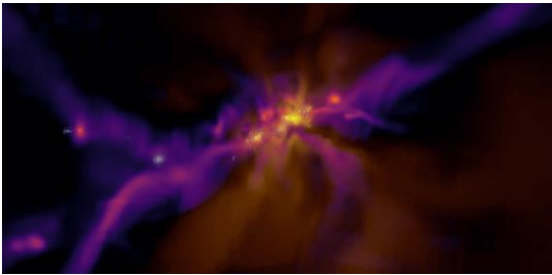
これらのクエーサーからの光は宇宙の再電離の時代に銀河の間にあった中性水素ガスのなかを通過してきました。そのため、その光をイメージング分光法（imaging spectroscopy）を使って、分析することで、銀河の間にある中性水素ガスの電離化の状況、そして、それがどのように進んでいったのか、など宇宙の再電離についてたくさんの情報を得ることができます。研究チームのメンバーであるカミラ・パシフィシさんは「私達は宇宙の進化がどのように始まったのか知りたいと思っています」とコメントしています。

Image Credit: NASA/Chris Gunn Source: [NASA](https://sorae.info/astrophysics/20210701-first-star.html) /飯銅重幸

<https://sorae.info/astrophysics/20210701-first-star.html>

ファーストスターが誕生し”宇宙の夜明け”が訪れた時期が示される

2021-07-01 [飯銅 重幸](#)



【▲ ファーストスターやファーストギャラクシーのイメージ画（Credit: Dr Harley Katz, Beecroft Fellow, Department of Physics, University of Oxford）】

ケンブリッジ大学は6月24日、ケンブリッジ大学やユニバーシティ・カレッジ・ロンドン（UCL）などの研究チームが、ファーストスター（初代星）が誕生し宇宙の夜明けが訪れた時期を示したと発表しました。

研究チームによれば、ファーストスターが誕生し宇宙の夜明けが訪れたのは、宇宙が誕生してから2.5億年後から3.5億年後の間だと考えられるといえます。

宇宙は、138億年前に誕生しましたが、宇宙の晴れ上がりからファーストスターが誕生し宇宙の夜明けが訪れるまで、恒星などはなく、数億年に渡って、いわゆる「宇宙の暗黒時代」が続いたと考えられています。

関連： [宇宙の晴れ上がり（NASAの次世代ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡、初期宇宙の謎に挑む！）](#)

では、ファーストスターが誕生し宇宙の夜明けが訪れたのはいつだったのでしょうか？

研究チームは、現在知られている最も遠い6個の銀河について、ハッブル宇宙望遠鏡とスピッツァー宇宙望遠鏡の観測データを使って、それぞれの銀河からの恒星の光を分析し、これらの銀河の年齢を2億歳から3億歳と算定しました。これによってこれらの銀河に含まれている恒星が最初に形成された時期を見積もることができます。また、研究チームは、アルマ望遠鏡や超大型望遠鏡（VLT）、ケック望遠鏡など、名だたる地球上の望遠鏡を使って、分光測定をおこない、赤方偏移から、これらの銀河が誕生から5.5億年後の宇宙に存在していたことを突き止めました。以上から、研究チームでは、ファーストスターが誕生し宇宙の夜明けが訪れたのは、宇宙が誕生してから2.5億年後から3.5億年後の間であることが示されたとしています。

そして、論文の共同執筆者であるUCLのリチャード・エリス教授は「私達は（NASAの）ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げを本当に楽しみに待っています。私達はジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡には宇宙の夜明けを直接観測する能力があると信じています」とコメントしています。

https://news.biglobe.ne.jp/it/0629/mnn_210629_6943645300.html

白色矮星と超新星爆発の境界に位置する「電子捕獲型超新星」がついに発見

6月29日（火）21時6分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

京都大学(京大)、国立天文台(NAOJ)、東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)などで構成される国際研究チームは6月29日、日本のアマチュア天文家によって発見された超新星「2018zd」の詳細な観測により、この超新星が白色矮星と超新星爆発を起こすのと境目の質量を持った「電子捕獲型超新星」であると結論付けたと発表した。同成果は、米・カリフォルニア大学サンタバーバラ校の平松大地大学院生、京大大学院 理学研究科の前田啓一准教授、NAOJ 科学研究部の守屋堯助教、同・富永望教授、Kavli IPMU の野本憲一上級科学研究員らによるもの。詳細は、英科学誌「Nature」系の天文学を扱った科学誌「Nature Astronomy」に掲載された。恒星はその質量によって、迎える最期の様相が変わってくることが分かっており、太陽質量の8倍よりも重たい星は、超新星爆発を起こして壮絶な最期を迎えるとされる。この太陽質量の8~10倍程度の質量を持つ恒星は「電子捕獲型超新星」と呼ばれる特殊な超新星爆発を起こすと考えられてきた(その理論を約40年前に提唱したのが、共同研究チームの一員であるKavli IPMUの野本上級科学研究員)。

境界付近の質量の恒星が特殊なのは、その核融合反応の進行度合いだという。太陽質量8倍以下の恒星の場合、水素の核融合によりヘリウムが生成され、水素が少なくなる末期になるとヘリウムが核融合を起こし、炭素と酸素からなる核ができ、そこで核融合は終わるが、太陽質量8~10倍の恒星の場合は、重量級の恒星のように鉄のコアが形成されるまで核融合反応は進まないが、太陽質量8倍以下の軽い恒星のように炭素と酸素の核では終わらず、さらにマグネシウムやネオンが核融合で合成され、それらのコアが形成されるとされる。そして電子の力により恒星のつぶれようとする自重を支えるようになるとされてきた。

しかし、やがて電子がマグネシウムやネオンに捕獲される電子捕獲反応が起こるため、恒星の自重を支えていた電子が失われることでつぶれてしまい、その結果として超新星爆発を起こすと考えられている。この仕組みが、マグネシウムやネオンに電子が捕獲されてしまうことに端を発することから、電子捕獲型超新星と呼ばれている。

有史以降、地球から観測ができた天の川銀河内の超新星の1つに、藤原定家が「明月記」に記録を残した1054年の超新星がある。その観測結果を分析すると、電子捕獲型超新星の理論から予測される特徴とよく合うことから、この1054年の超新星は電子捕獲型超新星であったのではないかとこれまで指摘されてきた。しかし、その1054年の超新星以外、現在までに電子捕獲型超新星の特徴を持つ超新星は観測されておらず、本当に電子捕獲型超新星が存在するのか、確定できない状況だったという。そうした中、2018年3月2日、山形県のアマチュア超新星ハンターである板垣公一氏がきりん座の方向で発見したのが、爆発直後の超新星2018zdで、この超新星は千葉県のアマチュア超新星ハンターの野口敏秀氏の観測により、爆発直後の詳細な明るさの変化も記録されることとなった。これを受け、カリフォルニア大学サンタバーバラ校の平松大学院生を中心とする観測チームが結成され、世界中の地上望遠鏡と宇宙望遠でこの超新星の詳細な観測が実施された。そして観測の結果、この超

新星は通常とは異なる特徴を多く持っていることが明らかとなり、観測から推定された超新星に含まれる元素の量や爆発エネルギー、星周環境は、電子捕獲型超新星の理論予測と一致することが確認されたという。

さらに、偶然にもハッブル宇宙望遠鏡が、超新星の現れる前に同じ領域を観測しており、超新星となった恒星の爆発前の姿が残っていることが判明。その爆発前のデータから、超新星 2018zd は太陽の約 8 倍の質量を持っていたことが確認され、電子捕獲型超新星が持つと予測されたすべての特徴を持った初めての超新星であることが判明したとする。今回行われた研究から、電子捕獲型超新星が存在することが観測的に示されたことで、恒星進化の全体像を理解する上での重要なピースが 1 つ埋まることとなるという。電子捕獲型超新星がどのくらいの頻度で発生しているのかは明白になってはいないが、その観測的特徴がはっきりしたことにより、類似の超新星の発見が容易となり、今後多くの電子捕獲型超新星が同定され、その頻度といった詳細な情報が得られるようになると考えられると研究チームでは説明している。また、今回の研究では、アマチュア天超新星ハンターの板垣氏と野口氏の果たした功績も大きかったという。爆発直後に超新星 2018zd が発見されたことがその正体を明らかにする上で重要な役割を果たしたからだ。世界中の大望遠鏡や宇宙望遠鏡が超新星探しを行っている現代においても、アマチュア天文家による発見が天文学に大きなインパクトを与えることが示された重要な結果ともなったといえる。

<https://sorae.info/astronomy/20210629-ngc330.html>

宇宙のきらびやかな宝石箱。ハッブルが撮影した小マゼラン雲の散開星団

2021-06-29 [松村武宏](#)



【▲ 小マゼラン雲の散開星団「NGC 330」(Credit: ESA/Hubble & NASA, J. Kalirai, A. Milone)】

こちらは南天の「きょしちょう座」(巨嘴鳥座)の方向およそ 18 万光年先、小マゼラン雲にある散開星団「NGC 330」です。青色、黄色、オレンジ色といった様々な色の星々が散りばめられたカラフルな星団の姿には、銀河とはまた違った美しさを感じます。

恒星の色は表面温度と関係があって、高温の星は青く、低温の星は赤く輝きます。太陽のような青年期～壮年期の恒星(主系列星)は質量によって表面温度と寿命が異なり、重い星ほど寿命は短く高温で明るく、軽い星ほど寿命は長く低温で暗くなります。恒星としての一生の長さが異なる星々が集まっていることが、星団のカラフルな色合いの一因となっているわけです。

ただ、星団に属する星々は同じ分子雲(ガスや塵の集まり)から形成され则认为られていて、恒星としての最期を迎えるまでの期間はそれぞれ異なるとしても、誕生した時期はどれもほぼ同じだとみられています。そのため、星団は星の形成と進化を研究する上で天然の実験室として重宝されています。欧州宇宙機関(ESA)によると、この NGC 330 の画像は、星団の星々が別の場所にある星々とは異なる進化を遂げているように見える理由を理解するための研究と、超新星爆発を起こすような星にはどれくらい巨大なものが存在し得るのかを見極めるための研究、この 2 つの異なる目的のために取得されたデータが用いられています。

冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3 (WFC3)」による赤外線・可視光線・紫外線の観測データをもとに作成されたもので、ESA からハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚「A Scattering of Stars」として 2021

年 6 月 28 日付で公開されています。

▲冒頭の画像の動画バージョン▲

(Credit: ESA/Hubble & NASA, J. Kalirai, A. Milone, Music: Stellardrone – The Edge of Forever)

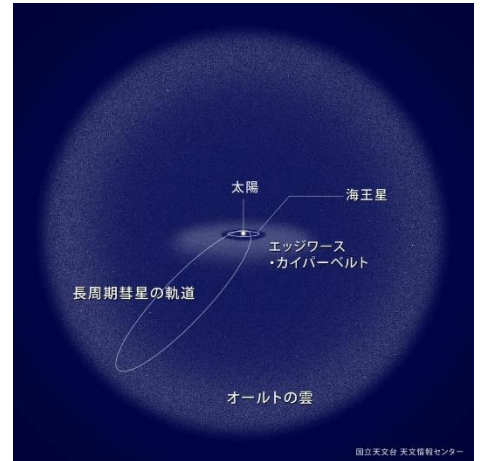
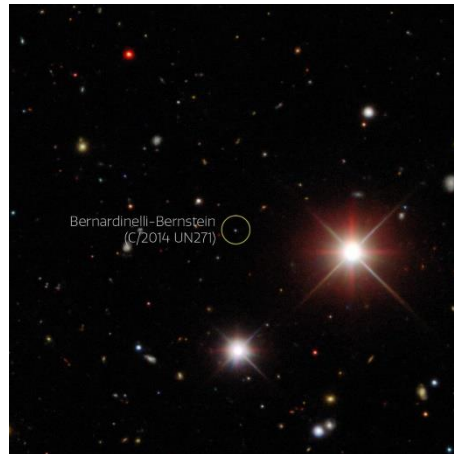
関連：[多数の「青色はぐれ星」を抱える球状星団 M53](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, J. Kalirai, A. Milone Source: [ESA/Hubble](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20210630-bernardinelli-bernstein.html>

推定直径 100～200km の巨大な彗星が見つかる、2031 年に太陽へ最接近

2021-06-30 [松村武宏](#)



【▲「バーナーディネリ・バーンスティン彗星」(画像左)を描いた想像図 (Credit: NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva)】

【▲ 2017 年 10 月にダークエネルギーカメラが撮影したバーナーディネリ・バーンスティン彗星 (円で囲まれた天体) (Credit: Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA/P. Bernardinelli & G. Bernstein (UPenn)/DESI Legacy Imaging Surveys, Acknowledgments: T.A. Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), M. Zamani (NSF's NOIRLab) & J. Miller (NSF's NOIRLab))】

【▲ オールトの雲のイメージ図。海王星の軌道よりもずっと遠くまで広がっていると考えられている (Credit: 国立天文台)】

長い尾が印象的な「彗星」の正体は、氷と塵でできた比較的小さな天体です。細長い楕円形の軌道を描くことが多い彗星は、太陽に近づくにつれて彗星の本体である核(彗星核)の氷が昇華してガスや塵が放出され、彗星核を取り巻くコマや尾が形成されるようになります。

彗星核のサイズは数百 m～数十 km 程度のものが多く、たとえば有名な「ハレー彗星」の彗星核は最大約 15km、「ヘール・ボップ彗星」は約 50～60km、欧州宇宙機関 (ESA) の彗星探査機「ロゼッタ」が間近で観測を行った「チュリュモフ・ゲラシメンコ彗星」は最大 4.1km とされています。しかし今、彗星核のサイズがハレー彗星のおよそ 10 倍、ヘール・ボップ彗星と比べても 2 倍以上の直径 100～200km と大きく、一般的な彗星と比べて 1000 倍も重いと推定されている巨大な彗星が、太陽に近付きつつあります。

■オールトの雲からやってきたとみられる巨大な彗星が接近中

「バーナーディネリ・バーンスティン彗星」(C/2014 UN271 (Bernardinelli-Bernstein)) と呼ばれるこの彗星は、チリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ 4m 望遠鏡に設置されている「ダークエネルギーカメラ (DECam)」の観測データから見つかりました。彗星の名前は観測データを分析したペンシルベニア大学の Pedro Bernardinelli 氏と Gary Bernstein 氏に由来します。

その名が示すように「ダークエネルギー」(暗黒エネルギー)を研究するために作られたダークエネルギーカメラ

は、夜空の広い範囲に存在する 3 億個の銀河を 2013 年から 2019 年にかけて観測しました。ダークエネルギーカメラはこの観測中に視野を通過した彗星や太陽系外縁天体も捉えており、バーナーディネリ・バーンスティン彗星も 32 回検出されていたといわれています。ダークエネルギーカメラによる観測では彗星としての活動は捉えられていなかったものの、ラス・クンブレス天文台グローバル望遠鏡ネットワークを利用した最新の観測によってコマが形成されていることが明らかになり、正式に彗星と認められました。

彗星核の大きさもさることながら、バーナーディネリ・バーンスティン彗星はその起源も注目されています。米国科学財団 (NSF) の国立光学・赤外天文学研究所 (NOIRLab) によると、この彗星は太陽から約 4 万天文単位 (地球から太陽までの距離の約 4 万倍) 離れたところから太陽系の中心に向けた移動を始めたといわれています。4 万天文単位は約 6 兆 km、もしくは約 0.6 光年に相当します。

このことから、バーナーディネリ・バーンスティン彗星は太陽系の最外縁部に存在する「オールトの雲」からやってきたと考えられています。オールトの雲とは、太陽からの距離が 1000 天文単位から最大で 10 万天文単位 (およそ 1.5 光年) の範囲にまで小さな天体が分布していると予想される領域で、これらの小天体は太陽系の形成初期に重力を介した惑星との相互作用によって散乱させられたものだと考えられています。公転周期が 200 年以上ある長周期彗星の起源とみられることから、オールトの雲は「彗星のふるさと」と呼ばれることもあります。NOIRLab によると、ダークエネルギーカメラによって最初に捉えられた 2014 年の時点では、バーナーディネリ・バーンスティン彗星は太陽から約 29 天文単位 (太陽から海王星までの距離に近い) 離れていたといわれています。2021 年 6 月の時点では太陽から約 20 天文単位 (おおよそ太陽から天王星までの距離) まで近づいており、10 年後の 2031 年 1 月に太陽へ最も接近すると予測されています。ただし、最接近時でも太陽からの距離は約 11 天文単位離れている (太陽から土星までの距離よりもやや遠い) ため、最大でどの程度明るくなるのかはまだわからないものの、一般の人間が観測するにも対応の機材が必要になりそうです。

なお、米国科学財団ではチリのヴェラ・ルービン天文台に建設した「シモニー・サーベイ望遠鏡」による本格観測を 2023 年から開始する予定です。Bernardinelli 氏はヴェラ・ルービン天文台によるバーナーディネリ・バーンスティン彗星の観測が継続的に行われるとした上で、同天文台の観測によってオールトの雲から飛来する天体が数多く見つかることになるだろうと期待を寄せています。

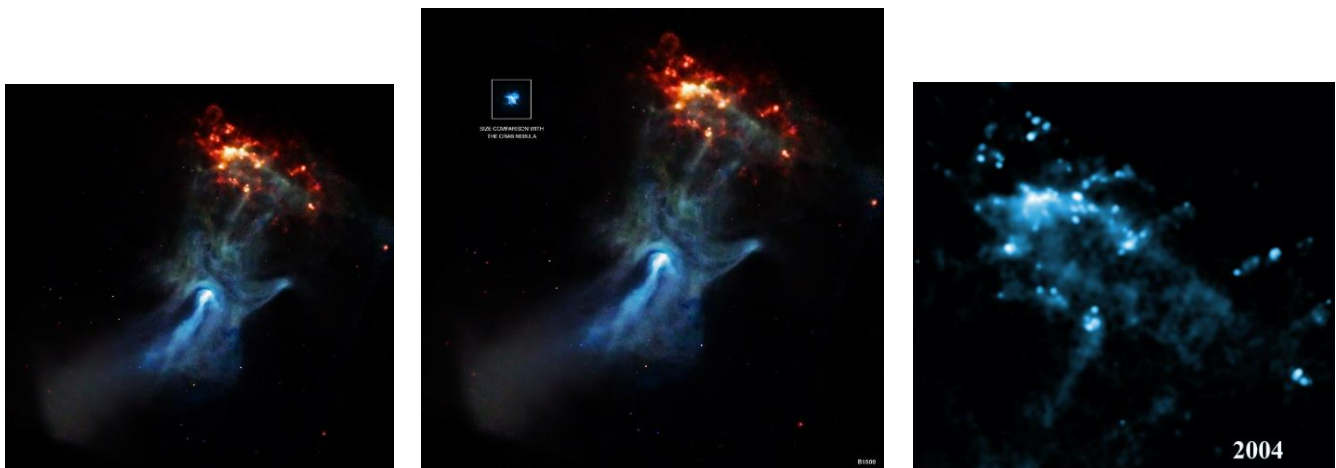
関連 : [グリーンのコマから三色の尾を引くネオワイズ彗星の希有な姿](#)

Image Credit: NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva Source: [NOIRLab](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20210630-psrb1509-58.html>

宇宙に浮かぶ「巨大な手」 X 線で観測された“コンパス座”の超新星残骸

2021-06-30 [松村武宏](#)



【▲ 超新星残骸「MSH 15-52」 (Credit: NASA/SAO/NCSU/Borkowski et al.)】

【▲ X 線で観測された「かに星雲」(左上の枠内)と MSH 15-52 のサイズ比較図 (Credit: B1509-58 (NASA/CXC/SAO/P.Slane, et al.); Crab (NASA/CXC/SAO/F.Seward et al.))】

【▲ ガス雲に衝突した破片の動きを示したアニメーション (Credit: NASA/SAO/NCSU/Borkowski et al.)】

こちらは南天の「コンパス座」の方向およそ 1 万 7000 光年先にあるパルサー「PSR B1509-58」周辺を X 線の波長で捉えた画像です。X 線は人の目には見えないので、高いエネルギーの X 線は青色、中程度のエネルギーの X 線は緑色、低いエネルギーの X 線は赤色に疑似的に着色されています。青色と緑色の部分が、まるで人の手のような形をしているのがわかりますでしょうか。

パルサーとは、超新星爆発で誕生すると考えられている中性子星の一種で、高速の自転にともなって点滅するように周期的な電磁波が観測されます。スミソニアン天体物理研究所のチャンドラ X 線センターによると、PSR B1509-58 は毎秒約 7 回自転していて、磁場の強さは地球の約 15 兆倍に達するといえます。なお、PSR B1509-58 を生み出した超新星爆発は、地球では今から約 1700 年前に観測できた可能性があるようです。

PSR B1509-58 は「MSH 15-52」と呼ばれる超新星残骸のなかで発見されました。超新星残骸とは、超新星爆発にともなう衝撃波や誕生した中性子星によってガスが高温に熱せられることで電磁波を放つ天体です。画像で手の形に見える部分はパルサー PSR B1509-58 が形作った構造（パルサー星雲、パルサー風星雲）で、有名な超新星残骸「かに星雲」の内部に存在する同様の構造と比べて 15 倍大きな 150 光年に渡り広がっているといえます。また、手の指先あたりに見える赤色やオレンジ色の部分は、超新星残骸のすぐ隣にあるガス雲「RCW 89」から放射された X 線を示しています。アメリカ航空宇宙局 (NASA) の X 線観測衛星「チャンドラ」を用いた 14 年に渡る観測の結果、爆発によって星の内部から吹き飛ばされた後に RCW 89 へ到達したとみられるマグネシウムやネオンの塊の移動速度が割り出されました。

その速度は時速約 900 万マイル (約 1440 万 km)。これは地球から月まで (約 38 万 km) なら約 1 分半、地球から太陽まで (約 1 億 5000 万 km) なら約 10 時間半という速さです。爆発にともなう破片の幾つかはさらに速く、時速 1100 万マイル (1760km) 以上で動いているといえます。

ただ、爆発の中心から RCW 89 までの距離をもとに割り出された平均速度は、これらの値よりも 3 倍ほど速い時速約 3000 万マイル (約 4800 万 km) と見積もられており、RCW 89 に衝突したことで破片が大きく減速したものと考えられています。

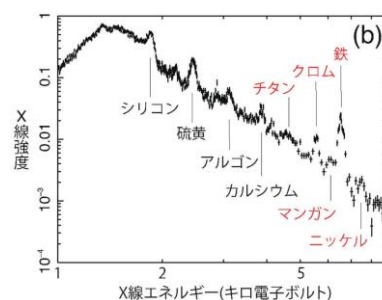
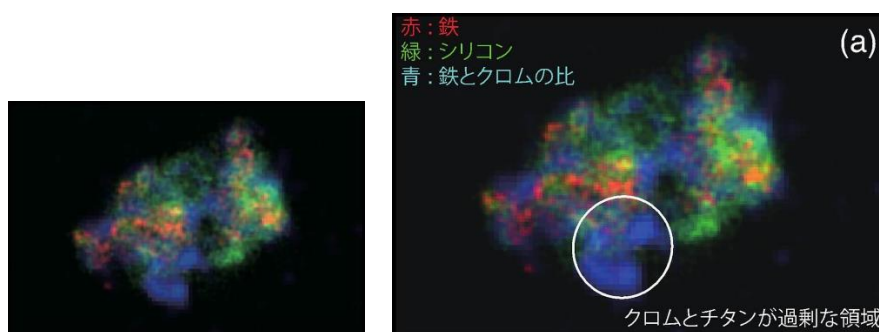
関連: [NASA の観測衛星「チャンドラ」が天王星から放射された X 線を初めて検出](#)

Image Credit: NASA/SAO/NCSU/Borkowski et al. Source: [チャンドラ X 線センター\(1\)](#) / [同\(2\)](#) 文/松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20210702-3c397.html>

最も高密度な白色矮星による Ia 型超新星の痕跡

2021-07-02 [sorae 編集部](#)



【▲ 超新星残骸「3C 397」(Credit: ISAS/JAXA, Ohshiro et al.)】

【▲ 超新星残骸 3C 397 の X 線画像。それぞれ赤色が鉄、緑がシリコンの空間分布を示しており、青色は鉄に対するクロムの空間分布を表す。残骸の南部にクロムが多い(青色が濃い)領域が確認できる (Credit: ISAS/JAXA, Ohshiro et al.)】

【▲ 左図の白の円内から抽出した X 線スペクトル。Ia 型超新星の主要生成元素である鉄に加えて、チタン、クロム、マンガン、ニッケルが検出された (Credit: ISAS/JAXA, Ohshiro et al.)】

立教大学の佐藤寿紀助教をリーダーとする国際共同研究チームは、後述する「Ia 型」の超新星爆発を起こして「3C 397」と呼ばれる超新星残骸を残した白色矮星について、爆発の直前における中心密度を推定することに成功したとする研究成果を発表しました。今回の成果は、銀河までの距離を測定する際に用いられている「宇宙のものさし」の精度を高めることにつながると期待されています。

今回、研究チームは欧州宇宙機関 (ESA) の X 線観測衛星「XMM-Newton」を使って 3C 397 を観測しました。超新星爆発が起きると様々な元素が放出されますが、観測の結果、3C 397 の一部で鉄やニッケルに対するチタンやクロムの比率 (質量比) が異常に高い領域が見つかりました。研究チームによると、Ia 型超新星やその超新星残骸からチタンが検出されたのは初めてのことだといいます。

研究チームは、チタン 50 (50Ti) やクロム 54 (54Cr) といった中性子が過剰な (原子核に存在する陽子よりも中性子のほうが多い) チタンやクロムの同位体に着目しました。これらの同位体は、超新星爆発を起こす前の白色矮星の中心密度が高いほど生成されやすくなるといいます。

この特性を用いて、3C397 を生み出した白色矮星の中心密度を研究チームが割り出したところ、一般的な Ia 型超新星爆発を起こす白色矮星の中心密度と比べて約 3 倍も高かったのです。これは、宇宙のものさしとして用いられる Ia 型超新星がバラエティに富んでいることを示唆しています。

白色矮星は質量が太陽の 8 倍以下で超新星爆発を起こさない恒星が進化した姿であり、地球くらいのサイズで太陽ほどの質量を持つ高密度な天体だと考えられています。その質量にはチャンドラセカール限界質量 (白色矮星の限界質量、太陽の約 1.4 倍) と呼ばれる上限があることが知られていて、この上限を超えた白色矮星は炭素の暴走的な熱核反応を起こし、爆発して星全体がバラバラになってしまうと考えられています。

白色矮星の質量が限界を超えた時に起こす爆発は「Ia 型超新星」と呼ばれていて、連星系を成している白色矮星に伴星からガスが降り積もることで起きると考えられています。なお、質量が太陽の 8 倍以上ある恒星が起こす超新星爆発は「II 型超新星」と呼ばれています。

Ia 型超新星は最大光度 (絶対等級) が他の天体に比べて比較的均一とされていることから、宇宙論研究の道具として重宝されています。なぜかという、絶対的な明るさがわかっている天体を観測した場合、観測される見かけの明るさをもとに、その天体までの距離を割り出すことができるからです。このような天体は「標準光源」と呼ばれています。Ia 型超新星は非常に明るく、遠くの銀河までの距離を測る標準光源として利用することが可能であるため、古くから宇宙膨張の速度を表す「ハッブル定数」の測定に用いられてきました。

関連: [宇宙の膨張率「ハッブル定数」は時代と共に変化?](#)

しかし、このように重要な天体でありながら、Ia 型超新星の最大光度が均一になる理由は未だ謎のままです。また、最近では質量や中心密度が異なる様々な白色矮星が Ia 型超新星を起こす可能性が指摘されており、宇宙の距離を測定するための基準となる「ものさし」としての Ia 型超新星の信頼性を再検証する必要性に迫られていたといいます。研究チームは今後、3C 397 以外の Ia 型超新星についても今回と同様の観測を行うことで、標準光源として確実に利用できる Ia 型超新星の特徴を明らかにしていく予定です。

Image Credit: ISAS/JAXA, Ohshiro et al. Source: [立教大学](#) 文/sorae 編集部

<https://news.mynavi.jp/article/20210703-1914883/>

2 本の腕と渦巻き構造を持つ原始惑星系円盤、アルマ望遠鏡が観測

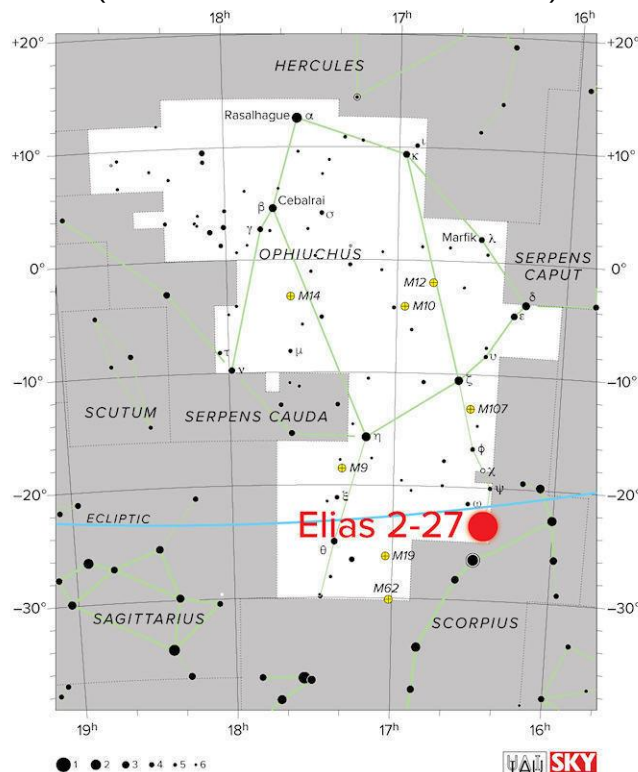
2021/07/03 18:50 著者: [波留久泉](#)

合同アルマ観測所は、欧州南天天文台の研究チームがアルマ望遠鏡を使って、若い恒星「Elias 2-27」を取り巻く原始惑星系円盤の特徴的な 2 本の渦巻き構造を深く掘り下げ、その渦巻きの起源は惑星や伴星との相互作用では

なく、重力による不安定性である可能性があると発表した。



アルマ望遠鏡で観測された、若い恒星である Elias 2-27 の原始惑星系円盤。波長 0.87mm の電波で観測された塵の分布が青色で、C18O 分子の放射が黄色、¹³CO 分子の放射が赤色で示されている。(c) Teresa Paneque-Carreño/ Bill Saxton,NRAO/AUI/NSF (出所:合同アルマ観測所 Web サイト)



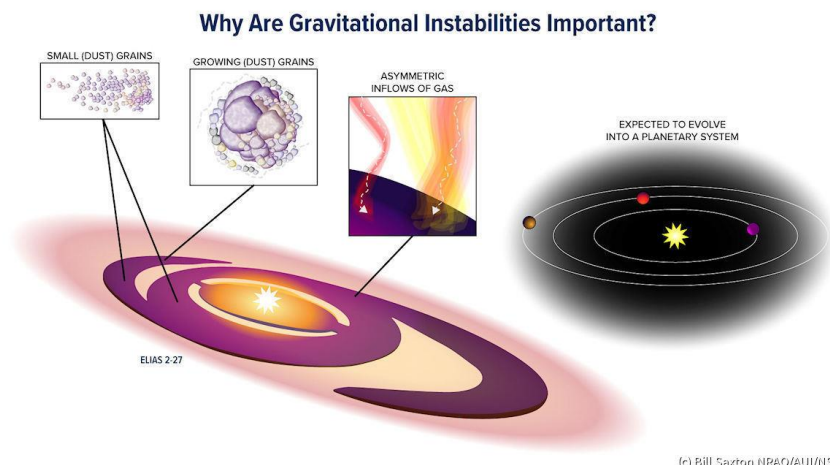
Elias 2-27 はへびつかい座の星形成領域にあり、地球からの距離は 378 光年。星図上ですぐ下側にある 1 等星がさそり座の α 星アンタレス (c) Bill Saxton,NRAO/AUI/NSF (出所:合同アルマ観測所 Web サイト)

同成果は、欧州南天文台のテレサ・パネケ・カレーニョ氏(国際共同研究チームの責任者兼 1 本目の論文の主著者)、チリ大学のラウラ・ペレス氏、米・ジョージア大学のカサンドラ・ホール助教、アルマ望遠鏡のオブザーバトリー・サイエンティストのジョン・カーペンター氏、伊・ミラノ大学/仏・リヨン高等師範学校のベネデッタ・ヴェロネージ氏(2 本目の論文の主著者)らの国際共同研究チームによるもの。詳細は 2 本の論文にまとめられ、どちらも米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された([論文 1](#)、[論文 2](#))。

恒星は、星間ガスや塵が集まった星形成領域において、ほかの恒星の超新星爆発などの影響を受け、ガスや塵が集積して誕生する。そのとき、周囲には恒星に落ち込まなかったガスと塵でできた原始惑星系円盤が巡るようになる。そして、星の誕生からおよそ 1000 万年以内に、この原始惑星系円盤の中で惑星が誕生すると考えられている。しかし、まだ惑星の形成過程にはわかっていない部分も多い。

原始惑星系円盤の中で惑星が誕生するプロセスを駆動する重要なメカニズムがいくつかあると考えられており、そのうちの 1 つが「重力不安定」とされる。円盤が十分な質量を持つ場合、円盤に含まれる粒子が互いに重力を及ぼしあうことで粒子の分布が大きく乱される現象である。重力不安定は、円盤が小さな塊に分裂する原因となり、それらは巨大な惑星を短時間で形成する種になる可能性があるという。

今回の観測対象となった Elias 2-27 は、さそり座との境界に近い、へびつかい座の星形成領域にあり(さそり座の α 星アンタレスのすぐ近く)、地球からの距離は 378 光年。その原始惑星系円盤が 2 本の腕がある渦巻き構造を持っており、このような特徴を有する原始惑星系円盤はほかに存在しないという。そのユニークさから、発見されて以来、アルマ望遠鏡の研究者たちの間で人気を集めているという。

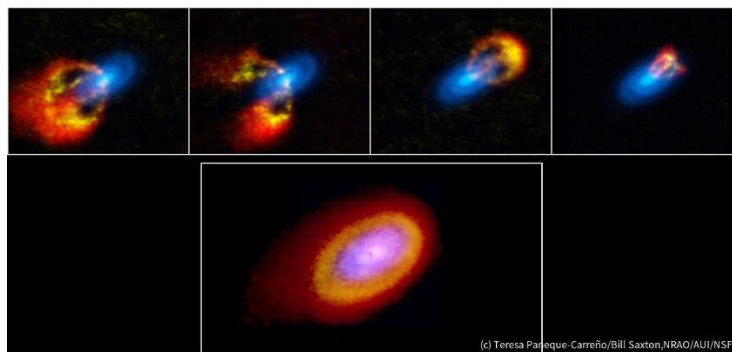


Elias 2-27 の原始惑星系円盤の 2 本の渦巻き構造の模式図。大きな塵の粒子は渦巻きの腕の部分に沿って見られ、小さな塵の粒子は円盤全体に分布していることが確認された。また、観測によりガスの非対照的な流入も確認されたことから、円盤にまだ塵やガスなどが落下している原始星円盤の状態である可能性があるとしている (c) Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF (出所: 合同アルマ観測所 Web サイト)

2016 年に、今回の論文の共著者であるチリ大学のペレス氏率いる研究チームがアルマ望遠鏡を用いてその渦巻き構造を発見したが、そのときは、渦巻き構造がどうしてできたのかを説明することはできなかったという。その謎を解くためには、アルマ望遠鏡で複数の周波数帯での観測や、ガスが放つ電波の観測が必要と考えられた。また計算天体物理学という別の観点からは、円盤の垂直非対称性と速度のゆらぎは原始惑星系円盤の渦巻き構造のもとになる可能性があるとする。今回の観測でその両方が確認されたことは、惑星形成理論に大きな影響を与えるかもしれないとしている。2 本の渦巻き構造は、惑星形成の初期段階を加速させる重力不安定の証拠である可能性もあるからだ。

重力不安定によってこの渦巻き構造を説明することは可能となったが、説明がつかない現象も残っている。円盤の内側にすき間があり、現時点ではその明確な説明はできていないという。

今回の観測では、アルマ望遠鏡の多波長かつ高解像度の画像を用いた解析が行われた。そして運動学的な摂動と力学的なプロセスを分子輝線をもとにした調査が行われたところ、「 ^{13}CO 」と「 C^{18}O 」のふたつの分子が放つ電波から、円盤は大きな摂動(重力によって軌道が乱されること)を受けており、大きく広がっていることも明らかとなった。円盤のガスに垂直方向のゆらぎがあったのである。



Elias 2-27 の原始惑星系円盤の上の画像 4 点は、分子ガスが放つ電波のドップラー効果を利用して、異なる速度のガスの分布を描き出したもの (c) Teresa Paneque-Carreño/Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF (出所: 合同アルマ観測所 Web サイト)

このガスの垂直方向のゆらぎは、同種の天体ではこれまで観測されたことがなく、伴星の重力で説明するには大きすぎるという。円盤の非対称な垂直構造は、現在も物質の落下が進行中であると仮定すれば、その影響が考えられるとしている(まだ物質が周囲から円盤に流入・落下している状態なら、原始惑星系円盤ではなく、その前段階として「原始星円盤」と区別される)。惑星形成の現場がとても混沌としていることがわかる状況だとする。なお、これまでの研究で惑星形成を理解する上で障壁となっていたのが、円盤の質量を正確に測定できないということだった。これまでは、塵や希少な同位体分子の観測に基づく間接的な形での計測が限界だったが、今回はその問題を解決し、アルマ望遠鏡の高感度により、円盤の力学的プロセスや密度、さらには質量を詳細に調べることができ、円盤の質量全体を見積もることができるようになったという。

円盤の質量全体を見積もることに成功したことは、円盤の質量を測定する方法を開発するための基礎となるとする。パネケ・カレーニョ氏は今回の研究成果に対し、「惑星の形成には何百万年も時間がかかるため、惑星の形成方法を研究することは簡単ではありません。これは、何十億年も生きる星にとっては非常に短い時間スケールですが、私たちにとっては非常に長いプロセスです。私たちにできることは、ガスや塵の円盤を持つ若い星を観測し、その円盤がなぜこのような形をしているのかを説明することです。それはまるで、事件現場を見て何が起こったかを推測する探偵のような仕事です。今回の観測分析と、今後の Elias 2-27 の詳細な分析を組み合わせることで、原始惑星系円盤の中で重力不安定性がどのように作用するのかを正確に把握し、惑星がどのようにして形成されるのかをより深く理解することができます」とコメントしている。

<https://news.mynavi.jp/article/20210703-1914957/>

恒星間彗星「ボリソフ彗星」からの噴出物の分析に成功、京都産業大学など

2021/07/03 21:51 著者：波留久泉

京都産業大学は7月2日、2019年11月～12月に、ヨーロッパ南天天文台の超大型望遠鏡 VLT で、観測史上2番目となる恒星間天体で、なおかつ初の恒星間彗星である「ボリソフ彗星」(2I/Borisov)を観測し、太陽系外からやってきた天体から吹き出す物質の特徴を明らかにしたと発表した。

同成果は、京都産業大学 神山天文台の新中善晴職員、同・河北秀世天文台長(京都産業大学 理学部教授兼任)らが参加した国際共同研究チームによるもの。詳細は、[欧州の天文学および天体物理学を扱う学術誌「Astronomy and Astrophysics Letters」にオンライン掲載された。](#)

ボリソフ彗星は2019年8月30日に、アマチュア天文家の Gennady Borisov 氏によって発見された、観測史上2番目の恒星間天体かつ観測史上初の恒星間彗星だ。太陽への最接近は同年12月7日で、黄道面に対して垂直に近いような角度からやって来て太陽をかすめて飛び去っていった。緩い角度の双曲線軌道を取っており、二度と太陽に接近することはなく、再び恒星間空間へと向かっている。

観測史上初となる恒星間天体「オウムアムア」の発見が2017年で、それからわずか2年ほどでボリソフ彗星は発見された。このことから、これまで考えられてきたよりもずっと多くの太陽系外小天体が飛来している可能性が示唆されるようになった。小天体の発見は難しいため、これまで単に見落とされていただけの可能性が出てきたのだ。オウムアムアは、彗星のような物質を放出している証拠は間接的にしか得られなかったが(加速していたことから何らかの物質を放出していたと考えられている)、ボリソフ彗星は物質の放出が確認され、彗星として認定された。物質が放出されるということは、内部物質の詳細な分析が可能になるということだ。

ボリソフ彗星は決して明るい天体ではなかったため、天文学者たちは世界中の大型望遠鏡を動員して観測を行った。研究チームが用いたのは、南米チリのヨーロッパ南天天文台が有する世界最大クラスの口径 8.2m 望遠鏡 VLT だ。ただし、世界最大クラスの口径を持つ望遠鏡をもってしても簡単な観測ではなかったという。十分な光を集めるために長時間の観測が必要だったため、2019年11月から12月にかけて何度も観測を行って初めて十分なデータを得ることに成功したという。観測装置には、天体光を数万色にも分けて分析できる分光器「UVES」が

用いられた。その結果、2019 年 12 月末の時点でのボリソフ彗星は、1 秒間に約 7kg の水をガスとして放出していることが判明。太陽系の彗星を観測する場合は通常、1 秒間に数トンもの水が気体として放出されるような、十分に明るくなってからであることを踏まえると、ボリソフ彗星はあまり活動的ではなく暗くて観測が困難だったこととする。観測の結果、同彗星に含まれるニッケルと鉄の成分比が太陽系の彗星とよく似ていることが判明。ボリソフ彗星がやってきた星・惑星系の中心には、太陽と似た成分の星が輝いている(すでに存在していない可能性もある)可能性が高いという。また今回の観測では、同彗星に含まれるアンモニア分子の原子核スピン異性対比の測定にも成功したほか、さまざまなガス成分の検出にも成功し、酸素原子禁制線の観測からは氷中に揮発性の高い一酸化炭素が多く存在している可能性も示唆されたという。こうした特徴は太陽系の彗星と大きくは異なっておらず、総合的に判断して、太陽系彗星と同様な環境で形成された氷天体であると結論付けられたとしている。なお、新中氏は、「今回、太陽系の外から来た彗星の内部の物質の一部が、太陽系の彗星と似た特徴を持つことがわかりました。今後、ほかの恒星間彗星を観測し、太陽系以外の星がどのような環境で作られるのかを明らかにしたいと思います」とコメント。また、河北氏も「これまで太陽系の彗星ばかりを観測してきましたが、ほかの星・惑星系の彗星を初めて観測できたことは、非常にエキサイティングでした。新しい研究の扉が開いた気がします」とコメントしている。



太陽系に飛来したボリソフ彗星の想像図。彗星核が太陽に近づくとも温度が上がるため、氷が昇華してガスとともに塵が吹き出す。今回の観測が行われた 2019 年 11 月から 12 月にかけての時点では、1 秒間にわずか 7kg ほどの噴出物しかなかった (C)NRAO/AUI/NSF,S/Dagnello (出所:京都産業大学 神山天文台 Web サイト)