

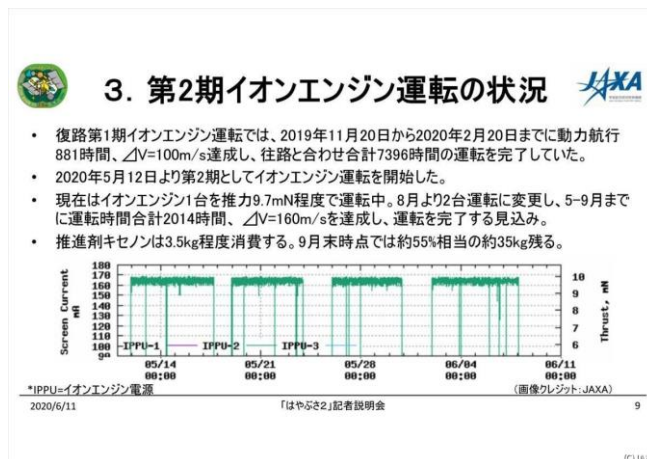
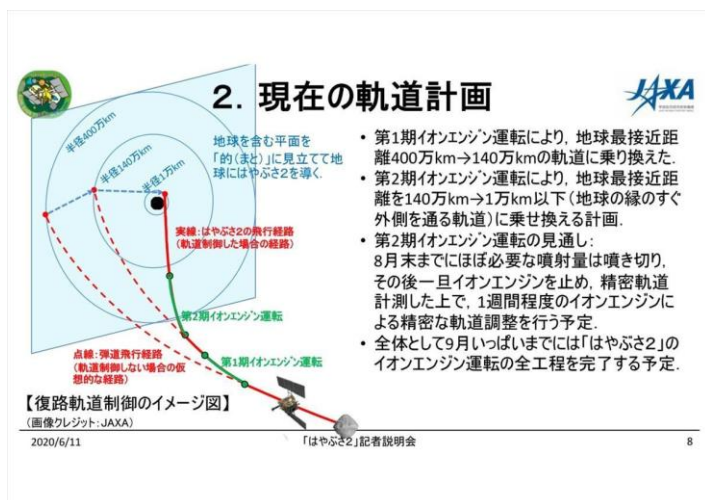
## はやぶさ 2、第 2 期イオンエンジン運転を開始 - 地球帰還に向け復路も順調！

大塚実 2020/06/19 11:28 [いよいよ地球に向けてラストスパート!](#) [反射率、熱慣性、凹凸度から分かったこと](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は 6 月 11 日、小惑星探査機「はやぶさ 2」に関するオンライン記者説明会を開催し、5 月より開始している第 2 期イオンエンジン運転の状況について報告した。また最新の科学成果についても紹介。リュウグウは炭素含有量が多いということで、はやぶさ 2 が持ち帰るサンプルの中から、有機物が見つかる期待が高まった。

### いよいよ地球に向けてラストスパート!

はやぶさ 2 は 2019 年 11 月 13 日にリュウグウを離脱。地球帰還に向け、イオンエンジンによる航行を続けていた。前半(第 1 期)の運転は、同年 12 月 3 日から 2020 年 2 月 3 日まで実施。その後、約 3 カ月の慣性飛行を経て、5 月 12 日には再びイオンエンジンに点火、いよいよ地球帰還までの最後の運転となる後半(第 2 期)が始まった。復路の軌道制御は、地球を中心とした大きな「的」(ま)を考えると分かりやすい。はやぶさ 2 は当初、地球から 400 万 km も離れたところを通過する軌道であったが、第 1 期運転の結果として、これを 140 万 km まで近づけることに成功。第 2 期運転が完了すれば、さらに 1 万 km 以下へと、地球スレスレまで接近する見込みだ。



復路の軌道制御。イオンエンジンの運転で、どんだん的に中心に近づける (C)JAXA

第 2 期運転で必要な噴射量は、8 月末までにほぼ完了するという。その後、一旦イオンエンジンを止め、軌道を精密に計測してから、追加で 1 週間程度の運転を行い、軌道を修正する予定だ。JAXA の吉川真ミッションマネージャは、「これが終われば、地球に確実に戻る軌道に乗ったと言える」と説明する。

現在はスラスタ C のみ使用。推力は順調に出ていることが分かる (C)JAXA

復路のイオンエンジン運転は、これで全て完了。10 月からは、化学エンジンによる精密誘導を行い、軌道をさらに内側、着陸地点に向けることになる。そのままだと、探査機本体も地球に再突入してしまうが、初号機と違い、はやぶさ 2 は化学エンジンも健全なので、カプセル分離後に軌道を変え、地球を避けることが可能だ。

推進剤であるキセノンは、第 2 期運転では 3.5kg ほど消費し、最終的には約 35kg(=約 55%)も残る見通し。地球通過後の追加ミッションが期待できるが、目的地の天体について、吉川氏は「まだ検討中で決まっていない」としつつも、「フライバイではなくランデブーしたいという前提で考えている」ことを明らかにした。

なおイオンエンジンは、今のところ全て健全。現在は太陽から離れているため、スラスタ 1 台のみを使っているが、より接近する 8 月からは 2 台運転に変更し、総加速量( $\Delta V$ )は 160m/s(第 1 期は 100m/s)となる見込み。

ちなみに 4 台のスラスタの累積運転時間は、D が最も長く、続いて A、C、バックアップ用の B という順番だったが、第 2 期では「一番調子の良いものを選んだ」(イオンエンジン担当の月崎竜童氏)とのことで、スラスタ C が使われている。今後、2 台運転では、スラスタ C/D の組み合わせになる予定とのことだ。

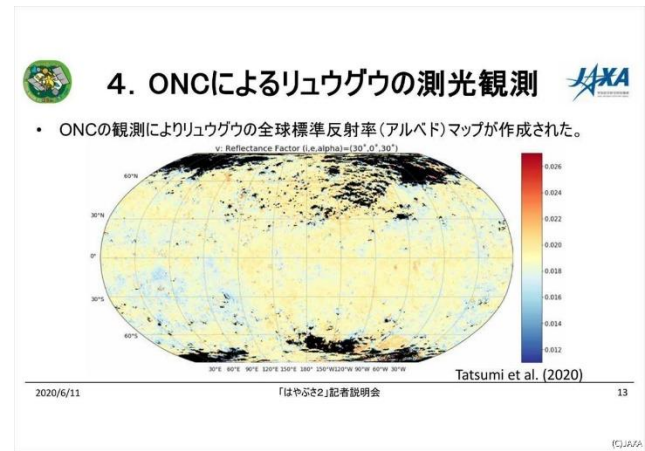
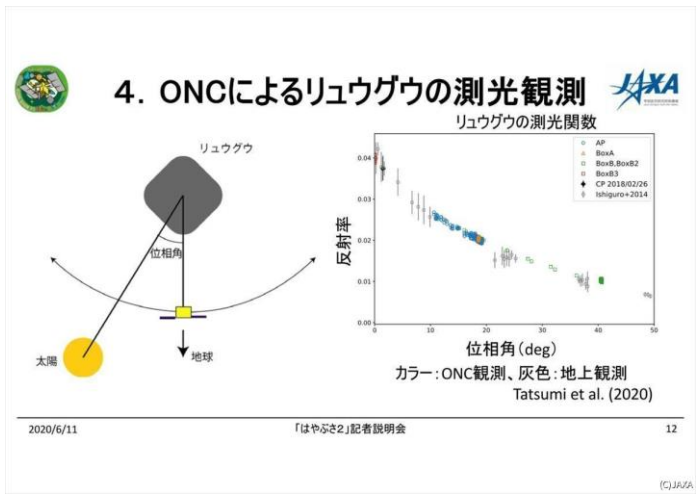
一方、順調な航行を続けている探査機に対して、やや不確定要素が残るのは地上側の対応だ。問題はもちろん、世界的な感染が続いている新型コロナウイルスである。吉川氏によれば、"生命線"と言える管制室での感染を防ぐため、入室する人数を極力減らすなどの対策をとっているとのこと。

さらに今後、感染状況次第では、回収場所となるオーストラリアが入国を制限する可能性もある。ただその場合でも、JAXA は基本的に回収は日本側で行う方針で、2 週間の隔離や検査などの対策をとった上で、回収チームだけは入国を認めてもらえるよう、オーストラリア側と交渉することを考えているようだ。

反射率、熱慣性、凹凸度から分かったこと

サイエンス成果については、今回、2 件の発表が行われた。まず、ONC(光学航法カメラ)画像解析・校正担当の巽瑛理氏(カナリア天文物理研究所)からは、ONC によるリュウグウの測光観測について説明があった。

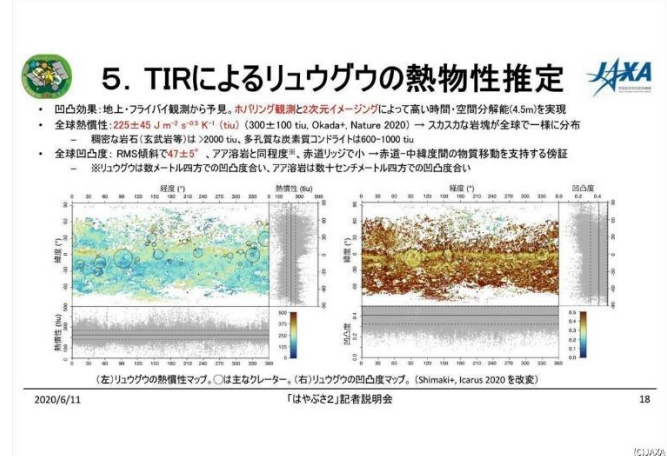
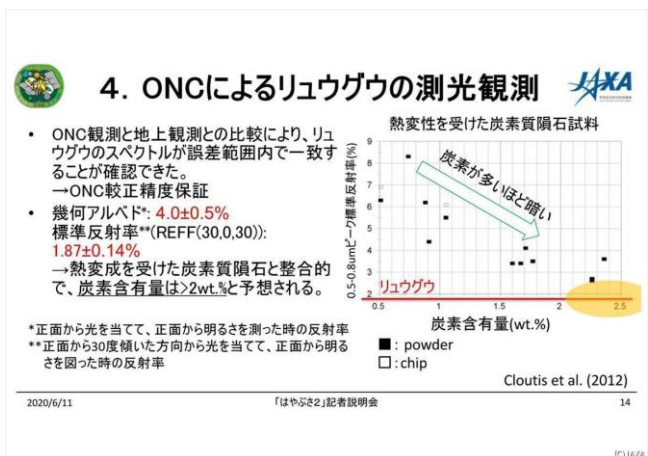
巽氏が調べたのは、リュウグウ表面の反射率(アルベド)。反射率は、基本的に位相角(探査機-リュウグウ-太陽の角度)が小さいときに高くなり、位相角が大きくなるにつれ下がる。半年間の観測データをまとめることで、幅広い位相角(0~40°程度)での反射率の変化を見ることができた。



位相角は日々変化する。いろいろな角度から光を当てて調べるようなものだ (C)JAXA

これは、「表面状態を知る手がかりになる」という。今回、全球の標準反射率(位相角 30°時の反射率)マップを作成したところ、±10%程度のバラツキがあることが分かった。また平均は 1.87%とかなり暗く、炭素含有量は 2%以上と推定、「炭素が有機物の形で入っていることは大いに考えられる」とし、地球帰還後のサンプル分析に期待した。

標準反射率の全球マップ。高緯度の黒い部分はデータがないところ (C)JAXA



炭素が多いほど暗くなる。炭素含有量は 2~4%程度と推定される (C)JAXA

熱慣性マップ(左)と凹凸度マップ(右)。図中の○はクレーターを示す (C)JAXA

また、リュウグウのような暗い天体では予測されていなかったが、弱い「Phase reddening」効果が観測された

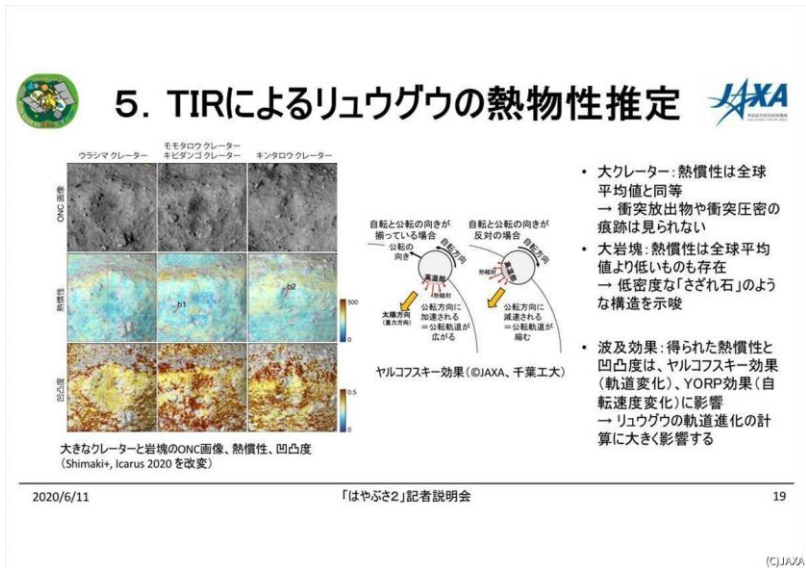
という。これは、位相角が大きくなると、色がわずかに赤くなる現象。リュウグウ表面はゴツゴツした岩だらけに見えるが、光の波長オーダーの微粒子が存在することを示唆しているという。

続いて、TIR(中間赤外カメラ)・SCI/DCAM3 担当の鳶生有理氏からは、TIR によるリュウグウの熱物性推定について説明があった。鳶生氏が調べたのは、リュウグウ表面の熱慣性分布と凹凸度分布。これらは、リュウグウの軌道がどのように変わってきたのかの推測に大きな影響を与えるという。

熱慣性は、一様に小さかった(つまり熱しやすく冷めやすい)。全球の熱慣性は、 $225\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-0.5} \cdot \text{K}^{-1}$ 。この数字は、玄武岩など硬い岩石は 2000 以上、多孔質な炭素質コンドライトでも 600~1000 程度なので、かなり小さく、スカスカな岩塊が一様に分布していることを示している。

一方、凹凸度はかなり大きく、地球の火山で見つかるアア溶岩と同程度にデコボコであることが分かったという。ただ、その中でも、赤道付近では比較的小さかったことから、中緯度から赤道側へ表面物質が移動することで赤道のリッジ(盛り上がり)が形成されたという説を裏付ける結果となったと言える。

小惑星の熱慣性と凹凸度は、軌道を変化させるヤルコフスキー効果や、自転速度を変化させる YORP 効果などに大きな影響を与える。リュウグウの軌道進化を推定する上で重要なため、「現在チーム内で研究を進めているところ」(鳶生氏)ということだ。

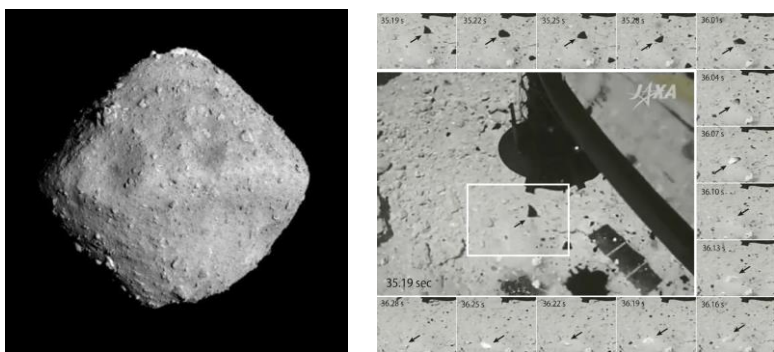


クレーターや岩塊の熱慣性にも注目。岩塊には、熱慣性が低いものも (C)JAXA

<https://sorae.info/astronomy/20200619-ryugu.html>

## リュウグウはかつて彗星だった？ 表面の 6 割が有機物とする研究成果

2020-06-19 [松村武宏](#)



はやぶさ2 が撮影した小惑星リュウグウ (Credit: JAXA、東京大学など)

2019年2月22日の第1回タッチダウン時の映像から作成された連続画像。矢印で示されているのが注目された

破片。各画像の数値は動画のタイムフレームを示す（Credit: Pheasant Memorial Laboratory; 映像: JAXA 宇宙航空研究開発機構）

小惑星「リュウグウ」からのサンプル採取を実施した宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ2」は、今年12月に地球までサンプルを運んだ後に、別の天体へと向かう延長ミッションも検討されています。今回、小惑星の破片が集まってできたと考えられてきたリュウグウが、活動を終えた彗星なのではないかとする研究成果が発表されています。

### ■表面物質の約60パーセントが有機物の可能性

中村栄三氏（岡山大学惑星物質研究所）らの研究グループ（PML：Pheasant Memorial Laboratory、岡山大学固体地球研究センター）は、はやぶさ2が撮影した映像をもとに、リュウグウの表面にある物質の構成を分析しました。その結果、リュウグウ表面の物質は従来の数パーセントという予想を大きく上回る、およそ60パーセントの有機物を含んでいる可能性が示されたといいます。

研究グループは、はやぶさ2がサンプル採取のためにタッチダウンを実施した際に撮影された映像に、表面が白色（明るい）で内側が黒色（暗い）の破片が写っていたことに注目しました。リュウグウはこれまで地球に落下した炭素質コンドライト隕石に対応するC型小惑星とされてきたものの、炭素質コンドライトであれば宇宙風化を受ける表面は色が暗くなるはずだといいます。

そのいっぽう、過去に実施された宇宙風化の再現実験では、暗い色の有機物が太陽風によって白色化することがわかっているとされています。そこで過去の実験結果をもとにリュウグウの低い反射率を説明できる有機物の含有量を調べたところ、前述の約60パーセントという結果が導かれたとしています。研究グループは、半年後に地球へもたらされるサンプルの解析に期待を寄せています。

### ■リュウグウは氷を失った彗星だった？

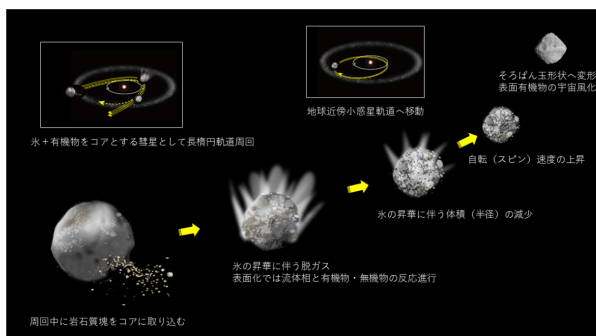


Image Credit: Pheasant Memorial Laboratory

研究グループが推定するリュウグウの歴史。彗星の氷が失われるにつれて有機物と取り込んだ岩石が集まってできた小惑星が残される（Credit: Pheasant Memorial Laboratory; リュウグウ画像: JAXA・東京大学・高知大学・立教大学・名古屋大学・千葉工大・明治大・会津大・産総研）

これほどの有機物が含まれている原因として研究グループは、リュウグウが彗星だった可能性を指摘しています。有機物を含む氷でできた彗星が太陽を周回する過程で氷が昇華して失われ、有機物が濃縮されていくと同時に、衝突した小天体を取り込むことで岩石が集まります。氷がすべて失われると彗星としての活動は終わりを迎え、岩石の破片と有機物でできた小惑星が残される、という流れです。

また、小天体の衝突や他の天体との相互作用による振動で高密度の岩石が中心付近に沈み込んだり、氷が昇華して彗星のサイズが小さくなったりすると、角運動量保存の法則によって自転が速まるといいます。研究グループは、こうして加速された自転ともなう遠心力によって、リュウグウのそろばん玉のような特徴的な姿が形成された可能性にも言及しています。 Source: [Pheasant Memorial Laboratory](https://www.cnn.co.jp/fringe/35155361.html) 文／松村武宏

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35155361.html>

36の知的文明が銀河系内で交信？英研究チームが算出 2020.06.16 Tue posted at 12:30 JST



銀河系内には36の知的文明が存在している、交信を行っている可能性があるとの研究結果が発表された /European Southern Observatory/ESO/Nogueras-Lara et al.

(CNN) 銀河系内には積極的な交信を行っている36の知的文明が存在している可能性がある——。そんな研究結果が15日の天体物理学会誌に発表された。宇宙にいるのは我々だけではないかもしれない。ただし他の文明が存在していること、あるいは存在していたことを、地球人が知ることはないかもしれない。

かつてこうした計算は、天文学者のフランク・ドレイクが1961年に提唱した「ドレイク方程式」を使って行われていた。しかし英ノッティンガム大学の研究チームは、銀河系誕生の歴史や地球型惑星存在の可能性などを盛り込んだ「宇宙生物学コペルニクス原理」と呼ばれる独自の方程式を開発した。この方程式を使って計算した結果、銀河系内で交信を行っている知的文明の推計は36と算出した。ただしそうした文明同士の距離は平均でおよそ1万7000光年。現在の地球の技術を使ってそうした信号を検知したり、送信したりすることは、ほぼ不可能とされる。「地球外知的文明の探求は、生命がどのように形成されるかを明らかにするだけでなく、我々の文明がどのくらい長く続くかの手掛かりを与えてくれる」と研究者は指摘している。

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0617/giz\\_200617\\_9715473253.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0617/giz_200617_9715473253.html)

## 新発見により深まる宇宙のナゾ：157日周期で届く高速電波バースト

6月17日(水) 22時0分 [GIZMODO](#)

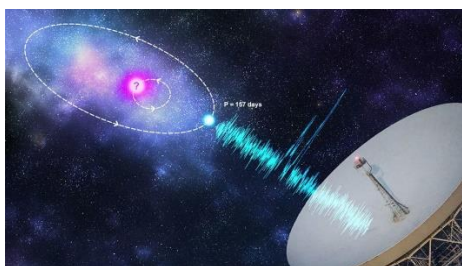


Image: Kristi Mickaliger via Gizmodo US

### ひょっとしたらだれかからのメッセージ、なんてことも？

何万、何億光年も離れた深宇宙から届く謎だらけの電波。何万、何億光年という気の遠くなるほどの距離を移動しながらも高エネルギーを保ち続け、一瞬で地球を通り過ぎます。地球の観測器ではたった数ミリ秒間しか検出されないことから「高速電波バースト (fast radio burst)」と呼ばれています。2007年に初めて発見されて以来いくつも観測されているのですが、その成り立ちは未だ謎に包まれたまま。ところが最新の調査により、157日間の周期でリピートしている高速電波バーストがあることがわかりました。高速電波バーストの謎を解く大きなヒントになるかもしれない、と大いに期待されています。異常に長い周期性王立天文学会が刊行している学術雑誌『Monthly Notices of the Royal Astronomical Society』に掲載された論文によれば、地球からざっと30億光年離れた矮小銀河から届く高速電波バースト「FRB 121102」には157日の周期があり、90日間活動→67日間休止というパターンを繰り返していることがわかったそうです。発見者である英マンチェスター大学の Kaustubh Rajwade さん率いる天文学者チームは過去4年間にわたってFRB 121102を観測し続け、独立したバーストを32回観測しました。今回の研究以前の観測データも交えて分析したところ、157日周期が判明したとのことです。これまでに発見されている高速電波バーストの中で周期性が認められているのは、FRB 121102ともうひとつ、FRB 180916.J10158+56のみ。後者の場合は16日周期が確認されています。そもそも、高速電波バーストが発見された当初は突発的なものだと考えられていました。ランダムじゃないっぽい高速電波バーストは観測が

非常に難しいこともあってポツポツとしか発見されず、謎に包まれてきました。[超新星爆発](#)によるものか？などと言われてきたのですが、2019年になってそれをくつがえす大発見がありました。カナダの研究チームがFRB 180916.J10158+56に初めて周期性を発見したのです。こちらは4日間活動した後12日間休止するパターンが判明し、それまでの仮説をひっくり返しました。現在では高速電波バーストは強い磁場を持ち高速回転している中性子星（「帯磁星」ともいう）から来てるんじゃないとか、超高密度の天体同士の衝突、または超大質量ブラックホール、はたまた地球外生命体のしわざ、などなど諸説がありますが、どれも科学的な裏付けはありません。

宇宙空間を巡る灯台のようFRB 180916.J10158+56の16日周期に比べ、FRB 121102はほぼ10倍長い周期で放射されているのはなぜなのか。この周期の差が、もしかしたら高速電波バーストの発信源や成り立ちについて知るヒントになるかもしれません。今回発表された研究とは直接関わりのない米ハーバード大学の天文学者・Avi Loebさんによれば、「もっとも合理的な説明」として、FRB 121102は中性子星のような発信源が別の中性子星を周回しながら放射されているシナリオが想起されるそうです。冒頭のイラストですね。

発信源である中性子星が周回しながら絶えず1本の電波ビームを放射しているとしたら、ちょうど地球と一直線を結ぶ数ミリ秒間以外は電波をキャッチできていないのではないかと。または、中心にある天体は中性子星ではなく、ほぼ太陽と同じぐらいの質量を持った恒星だという可能性も考えられるそうです。

「0.43年（=157日）という起動周期を持つ天体は、伴星との距離が地球と太陽の距離の約半分になると考えられます」とLoebさんは米ギズモードに語っています。「一方で、もし発信源となる天体が両極から2本の電波ビームを放射しているとしたら、157日というのは起動周期の半分にしかありません。そうすると、発信源と伴星との距離は地球と太陽の距離とほぼ変わらないことになります。」コマではない今回の新たな発見により、説得力が低下した高速電波バースト説もあります。マンチェスター大のプレスリリースによれば、非常に強い磁場を伴った中性子星の磁気軸のブレ（コマの軸がブレていくのと同じ現象）が高速電波バーストをつくり出している可能性が指摘されてきたものの、磁気軸のブレでは今回のデータが明らかにした157日の周期を説明するのは難しいと思われます。もしかしたらFRB 121102とFRB 180916.J10158+56はまったく違う天文現象を現しているのかもしれない可能性も否定できません。依然、宇宙はわからないことだらけで、高速電波バーストも例外ではありません。今回見つかった周期性も計算してはじき出された値に過ぎないことから、ハーバードのLoebさんいわく、「より統計的に確かな結果を得るためには追加のデータが必要」だそうです。謎に包まれた現象ではあるものの、高速電波バーストが宇宙に存在しているのは動かぬ事実。この事実を応用して、「消えた物質」のゆくえを探す研究も行われているぐらいです。宇宙の5%は物質でできているはずなのに、人類がこれまで確認できている物質はその半分程度。残りの物質はどこへ消えてしまったのかすらわかりません。物質どころか、反物質のゆくえも、ダークマターやダークエネルギーの正体もまだ掴めていません。人類が宇宙について知っていることは5%未満。謎のほうに圧倒的に多いからこそ、新しい発見のひとつひとつがこんなにも輝かしくて、魅力的なんでしょうか。

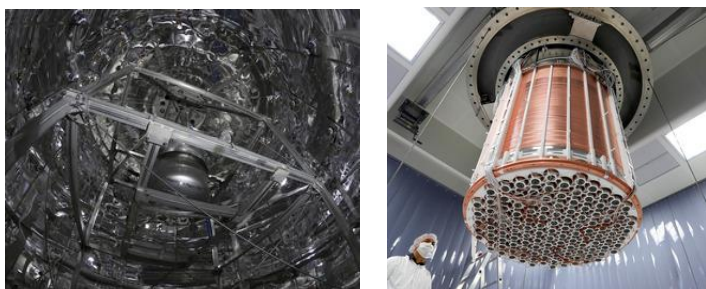
<https://digital.asahi.com/articles/ASN6L332LN6KULBJ017.html?pn=4>

## 謎の信号 53 個、新素粒子か？ 東大など暗黒物質実験

石倉徹也 2020年6月18日 9時57分

[キセノンで満たされる前の暗黒物質の検出器=国際研究チーム「ゼノン」提供](#)

正体は不明だが、[宇宙](#)の物質の85%を占めるとされる[暗黒物質](#)（ダークマター）の検出をめざしていた東京大などの国際研究チームは17日、[イタリア](#)で2018年まで実験していたデータから謎の信号が53個見つかったと発表した。[暗黒物質](#)ではなさそうだが、ノイズでは説明できないといい、未発見の[素粒子](#)「アクシオン」を検出した可能性があるという。



東京大や名古屋大、[神戸大](#)などが参加する国際研究チーム「ゼノン」は、[暗黒物質](#)を直接検出するため、[イタリア](#)の地下施設に液体[キセノン](#) 3・2 トンを満たした検出器を設置。[暗黒物質](#)が[キセノン](#)とぶつかって光や電子をわずかに出すのを待つ実験をした。16～18 年分のデータを解析したところ、想定されたノイズ以外に、どうしても説明がつかない信号があったという。物理学の[標準理論](#)が予言した 17 種類の[素粒子](#)は、12 年に[ヒッグス粒子](#)が発見され、すべて見つかった。だが、[標準理論](#)で説明できない現象も多く、さらなる[素粒子](#)が複数予言されている。今回のデータは、その一つのアクシオンが太陽から飛来した場合のシミュレーション結果と 99・98%の確率 ( $3 \cdot 5\sigma$  (シグマ)) で一致した。ただ、検出器に紛れ込んだ[トリチウム](#)によるノイズや、[素粒子ニュートリノ](#)の未知の振る舞いによる信号の可能性も残っており、今回のデータでは 99・9999% ( $5\sigma$ ) には達せず、物理学的な発見とは言えない。

チームは、大きさを約 3 倍にした新たな検出器による実験を今年から始める計画。東大[宇宙線研究所](#)の森山茂栄 (しげたか) 教授は「このデータの正体を明らかにしたい」と話した。(石倉徹也)

<https://sorae.info/astromy/20200618-ngc2608.html>

## 無数の銀河のひとつ。天の川銀河よりも小さな 1 億光年先の棒渦巻銀河



2020-06-18 [松村武宏](#)

ハッブル宇宙望遠鏡によって撮影された棒渦巻銀河「NGC 2608」(Credit: ESA/Hubble & NASA, A. Riess et al.)

### ■今日の天体画像：棒渦巻銀河 NGC 2608

かに座の方向およそ 1 億光年先にある「NGC 2608」は、らせん状の渦巻腕が棒状の構造によってつながった棒渦巻銀河とされています。[私たちが住む天の川銀河も棒渦巻銀河と考えられていますが](#)、NGC 2608 の円盤部の幅は天の川銀河の半分ほどのサイズです。

画像の中央付近と右下に見える針状の光をとまなう 2 つの天体は、どちらも NGC 2608 のはるか手前、天の川銀河に属する星が写り込んだものです。いっぽう、NGC 2608 の周りには他の天体の多くは、ずっと遠くに見える幾つもの銀河。画像を拡大してみると、あちこちに円盤銀河と思われる天体が見つかります。

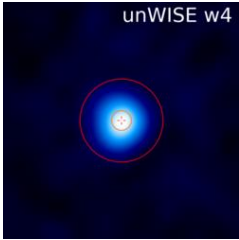
宇宙のスケールからすれば比較的近いところにある NGC 2608 はこのようにはっきりとした姿で観測することができますが、その周囲に散らばる無数の光の点は、NGC 2608 や天の川銀河がこの宇宙に数え切れないほど存在する銀河のごく一部でしかないことを示しています。26 万もの銀河が写っているという「ハッブル・レガシー・フィールド」も驚嘆の画像ですが、はっきり見える銀河と点にしか見えない無数の銀河という対比もまた、宇宙がいかに広大であるかを物語っています。

画像はハッブル宇宙望遠鏡の広視野カメラ 3 (WFC3) によって撮影され、2020 年 6 月 8 日に公開されたものです。関連：[26 万の光は全て銀河。133 億年の歴史を示す「京」個の星達](#)

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0618/zks\\_200618\\_4922247431.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0618/zks_200618_4922247431.html)

## 暗黒エネルギーの調査で新たに発見された2万1千個の銀河 DESの研究

6月18日(木) 11時31分 [財経新聞](#)



ハッブル宇宙望遠鏡による世界で初めて発見された低表面輝度銀河マリン1の画像 (c)

NASA [写真を拡大](#)

東京大学ビッグバン宇宙国際研究センターによれば、暗黒エネルギーとは、宇宙の膨張を加速するものになる未知のエネルギーとされている。この宇宙には多くの物質が存在し、その質量が重力の発生源となっているわけだが、常識からすればこの重力のために宇宙は本来であれば収縮をしていくはずである。

【こちらも】[銀河形成理論の再考迫る宇宙初期の円盤銀河を発見 アルマ望遠鏡](#)

しかしながら、観測結果はそのようになっていない。つまりビッグバン理論でも明らかのように私たちの宇宙は膨張し続けていることは、もはや常識である。この重力の存在と宇宙が膨張している現実の矛盾を埋める存在が、暗黒エネルギーなのである。最近、この暗黒エネルギーを研究する国際的なプロジェクト DES から、驚くような論文が発表された。この論文は、様々な分野の学術論文投稿サイトとして知られる米コーネル大学図書館が運営する arXiv.org で、6月8日に公開されたもので、暗黒エネルギーの観測によって、新たに2万1千個にも及ぶ銀河が発見されたのだという。今回発見された銀河は、低表面輝度銀河（略称 LSBG）と呼ばれる。実に夜空の明るさよりも1等級以上暗い銀河で、光学望遠鏡による観測ではその存在を確認できない。またLSBGは、赤色系と青色系が存在し、赤色系銀河が7,148個、青色系銀河が1万3,829個発見されている。そのサイズは、赤色系銀河も青色系銀河もほぼ同等であることが判明している。

赤色系銀河は集団を形成しており、近くの明るい銀河団の分布とも相関している。つまり、赤色系銀河の分布には濃淡がはっきりしており、宇宙にはそれらがたくさん存在する部分とほとんど存在しない部分があるという。

LSBGが暗い原因は、銀河の中で形成される恒星の数が少ないためだが、中性水素は豊富に存在していることから、我々は物質の巨大集団としての銀河の認識が可能なのである。銀河と言えは無数の恒星集団であると勝手に想像してしまいがちだが、宇宙にはこのようなあまり星を持たない銀河も存在しているのだ。

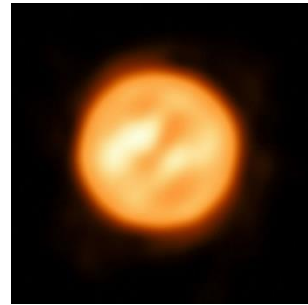
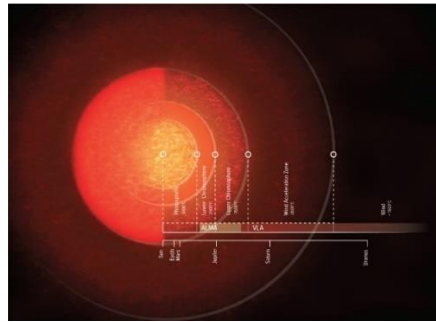
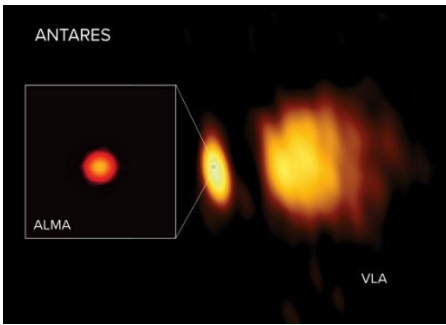
LSBGが我々にとってほとんどなじみがない理由は、光学望遠鏡での観測ができないことに加え、最初にその存在が確認されたのが1986年と、天文学の分野においてはかなりの新参者であるためだろう。当然、高校の教科書でもまだとりあげられておらず、その存在を認識しているのはよほどの天文マニアだけである。

それにしても夜空よりも1等級以上も暗い銀河が2万1千個も見ついている事実は驚きに値する。だが、この数字は過渡的なものに過ぎず、おそらく将来その数は加速度的に増えていくことだろう。宇宙にはまだまだ我々の知らない存在がたくさんある。

<https://sorae.info/astromy/20200618-antares.html>

赤色超巨星アンタレスの大気をアルマ望遠鏡とVLAが観測 2020-06-18 [松村武宏](#)





アルマ望遠鏡（ALMA、枠内）とカール・ジャンスキー超大型干渉電波望遠鏡群（VLA、背景）によって観測されたアンタレスとその周辺。アルマ望遠鏡はアンタレスの彩層を、VLA はアンタレスから吹き出したガスの広がりを捉えており、右側に広がるガスの中にはアンタレスの伴星が位置する（Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), E. O’Gorman; NRAO/AUI/NSF, S. Dagnello）

アンタレスの大気を示した模式図。アルマ望遠鏡は下部彩層（左から 2 番目～3 番目の白丸に挟まれた範囲）と上部彩層（同 3 番目～4 番目）、VLA は恒星風が流れ出す領域（同 4 番目～5 番目）を観測した。左から 1 番目～2 番目の白丸を結んだ長さがアンタレスの半径に相当（Credit: NRAO/AUI/NSF, S. Dagnello）

超大型望遠鏡（VLT）を構成する 4 つの望遠鏡を連動させる「VLT 干渉計（VLTI）」によって赤外線で見られたアンタレス。2017 年 8 月 23 日に公開されたもの（Credit: ESO/K. Ohnaka） Image Credit: AIP/J. Fohlmeister  
※太陽の彩層について表記に誤りのある箇所がありました。訂正の上、お詫び申し上げます。【6 月 18 日 19 時 20 分追記】

去年から今年にかけての減光が話題になったオリオン座の「ベテルギウス」は有名な赤色超巨星ですが、神話においてオリオンとつながりのあるさそり座の「アンタレス」も赤色超巨星です。今回、北米と南米の電波望遠鏡によって、アンタレスの大気が詳細に観測されています。

#### ■厚みのある彩層と伴星の影響を受けるガスの広がりが明らかに

およそ 550 光年先にあるアンタレス（※）は可視光で見たときの直径が太陽のおよそ 700 倍で、太陽系で例えば火星の軌道を軽く飲み込んでしまうほどの赤色超巨星とされています。Eamon O’Gorman（イーモン・オゴーマン）氏（ダブリン高等研究所）らの研究グループはチリの「アルマ望遠鏡」とアメリカの「カール・ジャンスキー超大型干渉電波望遠鏡群（VLA）」を使い、アンタレスの彩層や流れ出す恒星風を観測しました。

※...アンタレスは連星であるため、正確には主星の「アンタレス A」

アルマ望遠鏡による観測では、アンタレスの彩層が星の中心から半径にして 2.5 倍のところまで広がっていることが明らかになりました。恒星の表面（光球）のすぐ外側にある彩層は、星の内部から湧き上がる対流によって生じる磁場や衝撃波によって加熱されている領域です。太陽の彩層は半径の 200 分の 1 程度の厚さしかなく、アンタレスの彩層がいかに大きく広がっているかがわかります。

また、アンタレスの彩層の温度は過去の可視光や赤外線による観測での推測値よりも低く、最大でも摂氏 3500 度ほどであることもわかったといいます。これは太陽の彩層における摂氏約 2 万度という温度よりもずっと低く、オゴーマン氏は「恒星としてはぬるい温度」と表現しています。

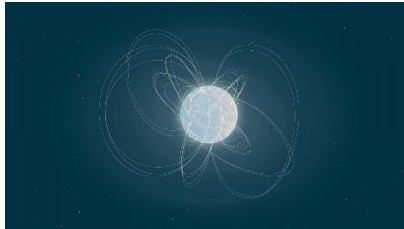
いっぽう VLA による観測では、恒星風として吹き出したガスがアンタレスの伴星（アンタレス B）の重力による影響を受けながら、アンタレスの 12 倍もの範囲にまで広がっている様子が捉えられました。発表では、恒星風には星の内部で作られたさまざまな元素が含まれており、そのなかには生命にとって欠かせない元素もあることから、赤色超巨星から拡散するガスの様子をすることは生命の材料を研究する上でも重要なことだとしています。なお、アンタレスはその大きさの割に太陽系に近いことから、ヨーロッパ南天天文台（ESO）の「超大型望遠鏡（VLT）」によってその表面が詳細に観測されています。ESO によると、アンタレスは誕生時に太陽の 15 倍の質量があったとみられるものの、現在までに太陽 3 個分の質量を失ったとされています。

Source: [国立天文台](#) / [ALMA](#) / [ESO](#) 文／松村武宏

## 観測史上最も若い 240 歳の「マグネター」が見つかる 2020-06-20 [松村武宏](#)

恒星が超新星爆発を起こした際に形成されると考えられている中性子星のなかには、典型的な中性子星の最大 1000 倍という強力な磁場をともなうとされる「マグネター」と呼ばれるものがあります。今回、誕生から 240 年ほどしか経っていないとみられる若いマグネターが見つかったとする研究成果が発表されています。

### ■既知のマグネターでは最も若いとみられる



マグネターを描いたイメージ図。周囲に磁力線が描かれている (Credit: ESA)

いて座の方向およそ 1 万 5000 光年先の天の川銀河内にあるマグネター「Swift J1818.0-1607」は、2020 年 3 月 12 日に NASA のガンマ線観測衛星「ニール・ゲーレルス・スウィフト」によって最初に検出されました。スウィフトによる検出後、欧州宇宙機関 (ESA) の「XMM-Newton」や NASA の「NuSTAR」といった X 線観測衛星や、イタリアの「サルディーニャ電波望遠鏡」などによる Swift J1818.0-1607 の追加観測が行われています。

Paolo Esposito 氏 (パヴィア高等研究所) らの研究グループによると、追加観測の結果、Swift J1818.0-1607 が約 1.36 秒周期で自転していることが明らかになったといます。また、多くのマグネターが X 線のみで観測されるのに対し、Swift J1818.0-1607 は X 線だけでなく電波でも観測することができる数少ないマグネターのひとつとされています。注目はその年齢で、分析が正しかった場合、観測された Swift J1818.0-1607 は誕生からおおよそ 240 年 (※) しか経っていないこととなります。Esposito 氏は「アメリカ独立戦争やフランス革命が進行していた頃、人類はこのマグネターを生み出した超新星爆発を目撃できた可能性があります」と語っています。

※...マグネターまでの距離はおおよそ 1 万 5000 光年離れているので、1 万 5000 年前に 240 歳だったということになります発表によると、中性子星はこれまでに 3000 個以上が知られていますが、マグネターは 30 個ほどしか見つかっていないといます。マグネターの活動は年齢が若いときほど活発である可能性がこれまでの研究では示されているといい、今回見つかった若いマグネターは理論モデルを洗練させる上で役立つとされています。また、研究グループは過去の観測結果を例に、マグネターと認識されていない中性子星でもマグネターのような現象が起こり得ることに言及。マグネターがより一般的なものであり、ガンマ線バーストや高速電波バーストといった一時的な現象に関わっている可能性を指摘しています。研究に参加した Alice Borghese 氏は「今回観測されたマグネターがこれまで見つかっていなかったように、マグネターは『目覚める』ときだけ見つかりやすくなるのかもしれませんが」とコメントしています。

Image Credit: Scott McIntosh, ESA Source: [ESA](#) / [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

[https://news.biglobe.ne.jp/economy/0619/prt\\_200619\\_8283907729.html](https://news.biglobe.ne.jp/economy/0619/prt_200619_8283907729.html)

## 遠くの大切な人へ ～花キューピットは宇宙まで～ 観測ロケット MOMO にお花を乗せて宇宙空間に運びます



[写真を拡大](#)

花キューピット株式会社(所在地：東京都品川区 代表取締役：吉川登)はこの度、インターステラテクノロジズ

株式会社(本社:北海道広尾郡大樹町 代表取締役社長:稲川貴大)による観測ロケット「MOMO」のスポンサー契約を締結しました。当プロジェクトでは、バラの花を機体に搭載し宇宙空間へ届けます。日本中にまた海外にも届けられる花キューピットが、宇宙へのお届けを通して未来への可能性に挑戦します。

2020年6月19日(金)にオンライン記者会見が行われ、スポンサーおよび今回の打ち上げのミッションが発表されました。[画像 1: <https://prtimes.jp/i/17925/23/resize/d17925-23-994853-0.png>]

### ■遠くの大切な人へ ～花キューピットは宇宙まで～

花キューピットは、お届け先に近い加盟店が新鮮なお花をお届けする生花通信配達システムです。贈り主様の気持ちをお花に添えて、遠く離れた大切な人へお届けしています。当時まだ遠隔地に花を贈ることが難しい時代だった1953年に創立者が22名の同志とともに日本で初めてスタートしました。現在は全国約4,400店からなる花店の配達ネットワークです。花キューピットグループは、生花販売事業の中で永くつちかわれてきた「花贈り・花飾り」についての知識や技能を文化として確立し、国民生活の中に広く普及・発展させることにより、花による豊かな生活環境、快適な人間社会関係をつちかい、国民情操の向上と花き産業の発展に寄与することを目的としています。日本中にまた海外にも届けられる花キューピットは、今回宇宙にお花をお届けします。遠くの大切な人に想いを届けるという当社のコンセプトを体現するプロジェクトとして未来への可能性に挑戦します。

### ■ロケットに搭載するペイロード(搭載荷物)は、「大切な人へ贈るバラ」

今回の「花キューピットは宇宙まで」プロジェクトではペイロード(ロケットの搭載荷物)として預ける「大切な人へ贈るバラ」が、インターステラテクノロジズの観測ロケット「MOMO」で宇宙へ運ばれます。

大切な人へ贈る花の象徴として、花言葉に「愛」をもつバラを選定しました。

また、医療に携わる人へ感謝をあらわす「#MAKEITBLUE」の活動に賛同し、ペイロードの箱へロゴシールをあわせて貼ります。[画像 2: <https://prtimes.jp/i/17925/23/resize/d17925-23-934787-3.png>]

### ■記者会見について [画像 3: <https://prtimes.jp/i/17925/23/resize/d17925-23-310366-4.png>]

2020年6月19日(金)にオンラインで記者会見が行われました。会見でインターステラテクノロジズ株式会社代表取締役社長 稲川 貴大氏より、次のロケット「ねじのロケット」(サンコーインダストリー株式会社により命名)におけるスポンサー発表・機体デザインの公開、打ち上げ時期は2020年夏であると発表されました。また「みんなのロケットとして、みんなの夢や想いをのせて宇宙を目指したい」と打ち上げ成功に向けて意欲が語られました。またインターステラテクノロジズ株式会社 ファウンダー 堀江 貴文氏は「今回の機体はインターステラテクノロジズ社のねじの形をデザインし格好いい仕上がりになっている。このロケットが宇宙空間に到達することを強く願っている」と話しました。スポンサーとして登壇した花キューピット株式会社 代表取締役 吉川 登は「全国にお花をお届けすることが花キューピットの使命であるが、10年20年先には宇宙へお届けする可能性も出てくることかもしれない。「花キューピットは宇宙まで」を合言葉にチャレンジを続けていきたい。また打ち上がったロケットを見上げることで、皆が上を向いて進んでいけたらと願っている」と今回のプロジェクトに対する想いを伝えました。[動画: <https://www.youtube.com/watch?v=RLk61oQUcGM&t=759s>]

### ■観測ロケット MOMO について [画像 4: <https://prtimes.jp/i/17925/23/resize/d17925-23-531122-1.jpg>]

観測ロケット「MOMO」はインターステラテクノロジズが開発製造する、「世界一低価格で、便利なロケット」をコンセプトとした観測ロケットです。これまで過去5機の打上げを実施し、2019年5月に打上げを実施した「宇宙品質にシフト MOMO3号機」は高度113.4kmまで到達、民間単独で開発したロケットとして国内で初めて宇宙に到達しました。また、先日2020年6月14日に打上げを実施した「えんとつ町のプペル MOMO5号機」は、飛翔中に異常を検知したことにより司令所よりエンジンを手動で緊急停止し、警戒区域内の海面へ安全に着水しました。この原因はエンジンノズルの破損であると考えられ、材料特性検査・非破壊検査が必要として対策を進めており、今後のロケット開発に向けての大きな前進となりました。今回の「ねじのロケット」は製造期間は3か月とスピーディに製造が行われました。高頻度でスピーディなロケット打上げの実現を図るべく、再び宇宙を目指します。

## ■インターステラテクノロジズ株式会社

代表者：代表取締役社長 稲川 貴大 所在地：北海道広尾郡大樹町字芽武 690 番地 4

主な事業内容：ロケットの開発・製造・打上げサービス URL：http://www.istellartech.com/

## ■花キューピット株式会社

代表者：代表取締役 吉川登 所在地：東京都品川区北品川 4 丁目 11 番 9 号日本フラワー会館 2 階

主な事業内容：花キューピットブランドによる生花の通信配達受注業務／花材供給事業／小売支援事業

URL：https://www.hana-cupid.co.jp/

## ■今後の展望

花キューピット株式会社では、スローガン「その先に 笑顔の見える 贈り物」のもと、様々な広報活動を通じて、新しい花贈りの文化を啓蒙する活動を続けてまいります。

<https://sorae.info/space/20200619-momo.html>

今度は 1 輪のバラを宇宙へお届け！観測ロケット MOMO、2020 年夏に 6 回目の打ち上げ

2020-06-19 [sorae 編集部](#)



ロケットに搭載されるバラのイメージ

インターステラテクノロジズは、6 月 14 日に打上げた「えんとつ町のプペル MOMO5 号機」に続いて、次の観測ロケットとなる「ねじのロケット」を 2020 年夏に打ち上げることを発表しました。

6 回目の打ち上げとなる MOMO の機体スポンサーは、サンコーインダストリー株式会社と Theotex Group HD 株式会社の 2 社。大阪に本社を置くねじを中心とした 120 万の締結部品を取扱うサンコーインダストリー株式会社がネーミングライツを取得し「ねじのロケット」と命名。「えんとつ町のプペル MOMO5 号機」に続く 2 度目のスポンサーとなったのは、ブロックチェーンの技術を用いた様々なサービス開発を行う Theotex Group HD 株式会社で、グループ会社が開発しているスマートフォン向けアプリ「CrossLink」のロゴが機体の前面に掲示されます。パイロードは花キューピット株式会社の「花キューピットは宇宙まで」プロジェクトによる「バラ 1 輪」で、宇宙へのお届けを通して未来への可能性に挑戦します。

打ち上げに関する日時などの詳細は追って発表されるとのことです。Source: [インターステラテクノロジズ](#)

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0618/mnn\\_200618\\_7561051824.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0618/mnn_200618_7561051824.html)

## 宇宙エレベーター実現に向け、宇宙でカーボンナノチューブ実験 - 大林組ら

6 月 18 日（木）11 時 21 分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

建設大手の大林組は 2020 年 6 月 11 日、宇宙エレベーターのケーブルに使うことを目指した、カーボンナノチューブ(CNT)の 2 回目の宇宙実験について発表した。

国際宇宙ステーション(ISS)を利用して行うもので、2015年から行った実験に続く2回目。改良を加えた試験体を用いて、宇宙での損傷度合いなどを確かめる。同社は2012年、2050年に宇宙エレベーターを完成させることを目指した構想を発表しており、この実験はその実現に向けた大きな一歩となる。

## 宇宙エレベーター

宇宙エレベーター(Space Elevator)とは、惑星と宇宙をつなぐエレベーターのこと。惑星の赤道と静止軌道をケーブルで結び、そこに「クライマー」と呼ばれる昇降機(リニアモーターカーなど)を走らせることで、ロケットよりも安全かつ安価に、宇宙へ人や物資を輸送できる手段として期待されている。

SF作家アーサー・C・クラークの『楽園の泉』を始め、これまでさまざまな小説や映像作品に登場しているが、現在の技術力では造ることは不可能と考えられている。

その最大の障壁が、惑星と宇宙をつなぐ長大なケーブルをどう造るかという問題である。たとえば地球に宇宙エレベーターを造ろうした場合、ケーブルの総延長は約10万kmにもなり、その素材に求められる破断長(自重で切れてしまう長さ)は約5000kmにもなるとされる。しかし、鋼鉄の破断長は50km、防弾チョッキなどにも用いられる強い強度をもつケブラー繊維でも200kmが限界とされ、とても足りない。

それを実現する素材として期待されているのが、「カーボンナノチューブ」と呼ばれる、炭素原子だけでできた極細の筒状の素材である。破断長は1万km以上とされ、質量は鉄筋の4分の1~3分の1ほどときわめて軽く、さらに高弾性力、高電流密度耐性、高熱伝導性といった特徴もち、宇宙エレベーターのみならず、さまざまな分野への応用が期待されている。現在ではまだ、数cmほどの長さしか造ることができず、10万kmもの長さは夢のまた夢だが、世界中で研究が進んでいる。こうした技術開発を背景に、大林組は2012年に「宇宙エレベーター建設構想」を発表。カーボンナノチューブ以外にも解決すべき問題は多いものの、それらが解決され、2025年に着工できれば、2050年には宇宙エレベーターが実現できるとしている。

## 2015年から行われた第1回実験に続く2回目の実験

その第一歩として、同社は静岡大学や有人宇宙システムなどと共同で、国際宇宙ステーション(ISS)「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォームを利用し、宇宙エレベーターのケーブル材料向けに開発したカーボンナノチューブのより糸を宇宙環境にさらす実験を行っている。

「きぼう」船外実験プラットフォームには、「簡易曝露実験装置(ExHAM)」と呼ばれる、実験サンプル(試料)を搭載した装置を設置することができ、地上実験で再現することの難しい過酷な宇宙環境を利用した、長期間の曝露による材料の経年変化など、宇宙環境が各種材料に与える影響を複合的に調べることができる。

同社を中心とした研究チームはまず、2015年から2017年にかけて第1回の実験を実施。試料を地球に持ち帰って分析したところ、地球周辺にある原子状の酸素が衝突したものと考えられる損傷が見られたという。また、ISSの進行方向の前面で曝露した試料が、背面で曝露したものよりも大きく損傷していたことも確認できたとしている。この結果を受け、2回目となる今回の実験では、より糸を金属系とケイ素系の2種類の材料で被覆するなどの改良を施した試験体を新たに作製。両者を同期間宇宙環境にさらすことで、それぞれの損傷度合いを確認することを目的としているという。2種類の材料を作製した理由について、まず金属系材料は、宇宙空間での耐環境性が高いため、長期にわたって対象物を保護することが可能であること、また物質が放出されることもないため宇宙空間を汚染する心配もないことが理由だという。また、被覆の加工性にも優れており、被覆の厚さの調整や長いケーブルへの連続的な被覆加工も容易といった特徴もあるとしている。金属は比重が大きいことから、被覆によりケーブルの質量が大きくなるという問題はあるものの、設計条件を調整することにより宇宙エレベーターにも適用可能だと考えられるという。一方のケイ素系材料は、金属系材料と比べると軽量で、加工性がよく、柔軟性と変形追従性にも優れているといった特徴をもつ。また、もともと人工衛星用材料の保護のために開発されたもので、衛星のシート状の外装材として宇宙空間での使用実績もあるため、その劣化度合いと今回のより糸状の試験体による実験結果から耐用年数を予測し、適切な交換時期に基づいたメンテナンス計画を立てることが可能であるとしている。この2種類の試験体は、2019年7月にスペースXの「ドラゴン」補給船運用18号機で

打ち上げられ、すでに実験が始まっている。2種類の試験体は、ISS 進行方向の前面と背面で、それぞれ1年間および2年間曝露される。今後、今年の夏以降に1年経過した試験体、2021年夏以降に2年経過した試験体が帰還予定となっている。回収した試験体は、詳細な分析を行い、前回の実験結果とも比較しながら損傷度合いを評価していくとしている。

#### ○【参考文献】

- ・宇宙エレベーターのケーブル向け材料の2回目の宇宙実験を実施 | ニュース | 大林組
- ・宇宙エレベーター建設構想 | 季刊大林
- ・国際宇宙ステーション/「きぼう」日本実験棟における宇宙実験の試験体を回収 | ニュース | 大林組
- ・簡易曝露実験装置 (ExHAM) : 「きぼう」での実験 - 宇宙ステーション・きぼう広報・情報センター - JAXA

○鳥嶋真也(とりしましんや)

著者プロフィール 鳥嶋真也(とりしま・しんや) 宇宙開発評論家、宇宙開発史家。宇宙作家クラブ会員。宇宙開発や天文学における最新ニュースから歴史まで、宇宙にまつわる様々な物事を対象に、取材や研究、記事や論考の執筆などを行っている。新聞やテレビ、ラジオでの解説も多数。

[https://news.biglobe.ne.jp/international/0618/jj\\_200618\\_5310342311.html](https://news.biglobe.ne.jp/international/0618/jj_200618_5310342311.html)

## 中口の宇宙軍事化を警戒＝長期戦略文書を公表－米国防総省

6月18日(木) 7時26分 [時事通信](#)

【ワシントン時事】米国防総省は17日、今後10年間の宇宙戦略を記した文書の概要を公表した。その中で、中国とロシアが米国の軍事的優位性を覆すため、宇宙の軍事化を進めていると批判。日本や北大西洋条約機構(NATO)などの同盟国と連携を強化し、包括的な優位性の確立を目指すことを明記した。

同文書は「中口両国は米国の宇宙活動に対する最も深刻かつ差し迫った脅威だ」と指摘。「両国は米軍が地域紛争に介入するのを防いだり、米軍の有効性を低下させたりするための手段として宇宙の軍事利用を行っている」と非難した。キティ国防副次官補(宇宙政策担当)は同日の記者会見で、中口が電波妨害兵器やレーザー兵器、キラー衛星などさまざまな衛星攻撃兵器を開発していると説明した。特に、ロシアは2017年に衛星から不審な物体を発射した上、最近それに酷似したもう一つの衛星が米国の衛星の近くを飛行していると警戒感を示した。  
[時事通信社]

<https://www.asahi.com/articles/ASN6D7X67N6DULBJ013.html>

## 月の南極で水を探せ NASAの探査車が23年に月へ



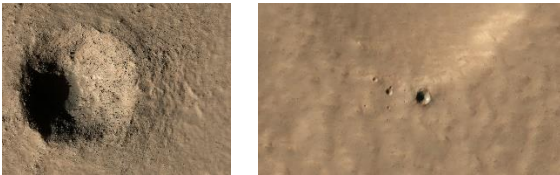
[石倉徹也](#) 2020年6月18日 15時45分 [拡大する](#) 月探査車「バイパー」

のイメージ=NASA 提供 月に眠る水を探すため、米国の無人探査車が2023年後半に月に送られることになった。月の南極付近を調べ、[飛行士](#)の飲料水やロケットの燃料に利用できる水資源の発見をめざす。[米航空宇宙局](#)(NASA)が11日、発表した。[もっと☆宇宙](#) 探査車は重さ約450キロの「バイパー」。深さ1メートルまで掘れるドリルや水の検出器などを搭載し、約100日で数キロを走れる。日光が届かない永久影があるクレーターを中心に、水の有無や量を調査する。探査車の月への輸送は、米企業アストロボティックが約2億ドルで委託を

受けた。米国は24年以降、月面に飛行士を送り込む「アルテミス計画」を進めており、水資源が見つければ、今後建設される月面基地の有力な候補地になりそうだ。もし水が見つかって、居住に適した日照がある場所と近いような例は限られるとみられ、中国や民間企業などが競って探査を計画している。日本も、月探査機「SLIM（スリム）」を22年度に初着陸させ、その後に南極付近で水を探す予定だ。（石倉徹也）

<https://sorae.info/astronomy/20200619-mro.html>

## 火星に最近できたとみられる直径約300mのクレーター 2020-06-19 松村武宏



火星探査機「マーズ・リコネッサンス・オービター（MRO）」が撮影した火星の比較的新しいクレーター。直径およそ300m（Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）

2010年に見つかった新しいクレーター（中央やや右の一番大きく見えているもの）。直径およそ15m（Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）

### ■今日の天体画像：火星の新しいクレーター

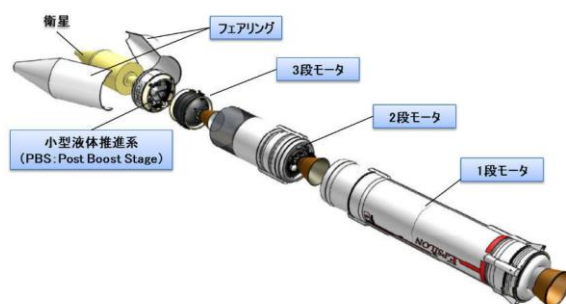
火星に到着してから14年が経ったNASAの火星探査機「マーズ・リコネッサンス・オービター（MRO）」は、現在も火星の地表を撮影し続けています。

今年の3月にMROが取得した観測データから作成されたこの画像には、地質学的なタイムスケールで最近形成されたとみられる直径約300mのクレーターが写っています。2018年に発生した砂嵐のように火星では全球規模の激しい嵐が起きることもありますが、このクレーターはまだそれほど砂に覆われてはおらず、なめらかな周囲とは対照的な荒れた地面をさらしています。クレーターの内部や周囲には、形成時に飛び散ったとみられる岩が幾つも転がっているのが見えています。このときMROは、このクレーターよりも南にある直径15mほどのさらに新しいクレーターも同時に撮影しています。小さいほうのクレーターは2010年3月に見つかったもので、2008年から2010年のどこかの時点で形成されたばかりとみられています。撮影時の現地は午後だったため、クレーター内部の東側斜面が太陽に照らされていますが、そこには地下の氷と思われる白っぽい層が露出しているのが写っています。こうした火星の新しいクレーターは、地下の浅いところに何が埋もれているのかを把握したり、付近の地質を調べたりするうえで貴重な情報を研究者にもたらしてくれています。

Image Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona Source: [アリゾナ大学](#) / [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/article/20200620-1061255/>

## JAXAとIA、新型ロケット「イプシロンS」開発へ - 「S」が示す5つの意味



© JAXA

目次 1 ページ [S は Synergy の S - 2023 年の初打ち上げを目指すイプシロン S の特徴](#)

2 ページ [イプシロン S は商業ロケットの夢を見るか？](#)

1 S は Synergy の S - 2023 年の初打ち上げを目指すイプシロン S の特徴

インデックス [2023 年にベトナムの衛星を載せ打ち上げへ イプシロン S の S は、シナジー\(Synergy\)の S](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)と IHI エアロスペース(IA)は 2020 年 6 月 12 日、新型ロケット「イプシロン S」を開発すると発表した。商業ロケットとして衛星打ち上げビジネスへの参入も目指す。

イプシロン S は、小型ロケット「イプシロン」をもとに、H3 ロケットとのシナジー効果により国際競争力を強化することを目的に新開発するロケットで、2023 年の実証機打ち上げを予定している。

その名前についている"S"は、ひとつには H3 ロケットとのシナジー(Synergy)という意味があるが、そこにはさらに多くの意味と可能性が秘められている。

### 2023 年にベトナムの衛星を載せ打ち上げへ

イプシロン S ロケットは、日本の小型主力ロケット「イプシロン」をもとに開発される新型ロケットである。イプシロンは 2013 年に初めて打ち上げられ、これまでに 4 機の打ち上げにすべてに成功している。

イプシロンは当初から、段階を踏んで徐々に改良や改修が加えられることになっており、試験機(1 号機)が打ち上げられたのち、第 2 段機体などを改良した「強化型イプシロン」が開発され、2 号機の打ち上げから投入された。そして、さらなる改良型として新たに開発されるのがイプシロン S である。イプシロン S は、強化型イプシロンをもとに、現在開発中の大型液体ロケット「H3」とのシナジー効果を発揮させ、国際競争力を強化することを目的としたロケットと位置づけられている。JAXA は 2016 年度から開発の検討を始め、2019 年 5 月には IA が、ロケットのシステム開発を行うとともに、打ち上げ輸送サービス事業を主体的に展開する事業者として選定。そして今年 3 月に、JAXA のプロジェクト移行審査を経てプロジェクトへと移行された。

これを受け、6 月 11 日には JAXA と IA との間で、「イプシロン S ロケットの開発及び打上げ輸送サービス事業の実施に関する基本協定」が結ばれ、イプシロン S の開発および運用段階で担う役割などの基本的事項が定められた。この協定は、両者が国内外の小型衛星マーケットに向けて、打ち上げ輸送サービス事業を展開する体制を構築し、宇宙輸送システムを自立的かつ持続可能な事業構造に転換することを目指すとし、ゆくゆくはイプシロン S の運用が IA に移管されることになる。これはかつて、JAXA(当時は宇宙開発事業団(NASDA))と三菱重工が開発した H-IIA ロケットが、当初は JAXA が運用を担っていたものの、13 号機から三菱重工に移管され、同社が打ち上げ輸送サービスを展開するようになったことと同じ流れである。また同じ 11 日には、NEC からベトナムの地球観測衛星「LOTUSat-1(ロータスサット・ワン)」の打ち上げを受託し、2023 年にイプシロン S の実証機(1 号機)によって打ち上げることも発表された。

参考:[NEC、ベトナムの地球観測衛星「LOTUSat-1」を受注 - 災害対策などに貢献](#)



2013 年 9 月 14 日に打ち上げられた、イプシロン試験機 (C) JAXA

2018 年 8 月 26 日、種子島宇宙センターにおいて燃焼試験を行った SRB-3 (筆者撮影)

イプシロン S の S は、シナジー(Synergy)の S



イプシロン S の S には、さまざまな意味が込められている。そのひとつが、H3 ロケットと部品などを共通化するシナジー(Synergy、相乗効果)である。

現在開発中の H3 は、固体ロケット・ブースター「SRB-3」を 2 基、ないしは 4 基装着して打ち上げられるが、イプシロン S はこの SRB-3 を第 1 段に使い、両者を共通化する。

なお、現在の強化型イプシロンでは、H-IIA ロケットの固体ロケット・ブースター「SRB-A」を使っているが、H3 とイプシロン S の SRB-3 はより共通化を進めるとし、ほとんど同じモーターを両方のロケットにフレキシブルに、たとえば製造途中で H3 のブースターからイプシロンの第 1 段へ用途が変わったとしても転用可能なほどの共通化を図るといふ。また、イプシロン S の第 2 段と第 3 段にも SRB-3 の開発成果を活用し、推進薬も共通化。電子機器(アビオニクス)も H3 と一部共通化する。さらに分離などに使う火工品や、射場施設設備も共通化。最上段に搭載する小型液体推進系「ポスト・ブースト・ステージ(PBS)」も一部部品を共通化し、衛星フェアリングも H3 の断熱材や低コスト化技術を使うなど、多岐にわたる共通化を実施する。こうした共通化による相乗効果で、H3 とイプシロン S 両方の打ち上げコストの低減や、信頼性の向上を図る。さらに、イプシロン S は H3 とは直接関連のない部分でも、従来の強化型から大きく変わる。最も大きな違いは第 3 段機体で、強化型では衛星フェアリングの中に収められていたが、イプシロン S では第 3 段機体が大型化し、フェアリングの外に出ようになった。推進薬の搭載量も約 2 倍に増え、姿勢制御方法もスピン安定式から三軸姿勢制御方式になるなど、まったくの別物になっている。これにより打ち上げ能力は、地球低軌道(高度 500km、軌道傾斜角 31.1 度)に 1400kg 以上と、強化型から約 200kg 向上している。また、地球観測衛星などがよく打ち上げられる太陽同期軌道(高度 350~700km)には 600kg 以上と、こちらも強化型から向上。さらにエクストラ目標として、太陽同期軌道(高度 350km)へ 800kg 以上の衛星の打ち上げも目指すとしている。また、強化型では固体 3 段式のみ基本形態と、その上に PBS を積んだオプション形態が存在していたが、イプシロン S では PBS を積んだ構成のみに一本化され、固体 3 段式のみ構成は廃止されることになった。固体ロケットは一度点火すると推進薬がなくなるまで燃焼を止めることはできず、またスロットリング(推力の調整)もできず、さらに性能に個体差もあるといった理由で、軌道投入精度がどうしても落ちてしまう。そこで、目標軌道にきわめて正確に投入しなければならないような衛星の打ち上げでは、臨機応変な制御が可能な液体ロケットの PBS を使い、第 3 段の飛行までに生じた軌道の誤差を修正していた。これがイプシロン S では標準となり、あらゆる打ち上げにおいて正確な軌道投入が可能となる。

ロケットシステム		強化型		イプシロン S (仕様統一)
		基本形態	オプション形態	
全長		約26m		約27m
段構成		固体3段	固体3段 + PBS(*1)	固体3段 + PBS(*1)
アビオニクス		H-IIAと共通(一部)		H3と共通(一部)
3段	搭載方式	フェアリング内(インポーズ)	② →	フェアリング外(エクスポーズ)
	推進薬量	約2.5トン	③ →	約5.0トン
	姿勢制御方式	スピン方式	④ →	3軸姿勢制御(推力方向制御+PBS)
2段	推進薬量	約15.0トン		約15.0トン
	姿勢制御方式	3軸姿勢制御(推力方向制御+ガスジェット装置)		3軸姿勢制御(推力方向制御+ガスジェット装置)
1段	モータ	SRB-A	⑤ →	SRB-3
	推進薬量	約65.9トン		約66.8トン
	姿勢制御方式	3軸姿勢制御(推力方向制御+固体モータサイドジェット)		3軸姿勢制御(推力方向制御+固体モータサイドジェット)
射場施設設備システム		・射場系・飛行安全系設備はH3と共用 ・ロケットシステム仕様に対応した最低限の改修を実施		

① ② フェアリングカプセル化(\*2) ③ ④ ⑤ SRB-3適用

強化型 (左)      イプシロン S (右)

(\*)1 PBS (Post Boost Stage): 軌道投入精度を向上させるための液体推進システム  
 (\*2) 第3段をフェアリング外に配置する形態。衛星搭載前のロケット全段点検を可能とすることで衛星受領から打上げまでの期間を短縮。 (C) JAXA

強化型イプシロンとイプシロン S のシステム仕様の比較 (C) JAXA

## イプシロン S は商業ロケットの夢を見るか？

インデックス ["S"に込められたさらなる意味](#) [イプシロン S は小型・超小型衛星の打ち上げ市場で勝てるか](#)  
**"S"に込められたさらなる意味**

さらにイプシロン S の S には、シナジー以外にも、「即応性(Speed)」、「高性能(Smart)」、「競争力(Superior)」、そして「打ち上げ輸送サービス(Service)」といった意味も込められている。これらは強化型までの開発でつかわれたものもあれば、イプシロン S で実現するものもある。

「即応性」では、すでに強化型までの開発で、発射管制や点検を極力省力化することで、コンパクトな打ち上げ運用を実現。将来的には、世界中のどこにいてもネットワークにノートパソコンを接続するだけでロケットの管制が可能で、射場に依存しない「究極の管制システム」を目指すとしている。

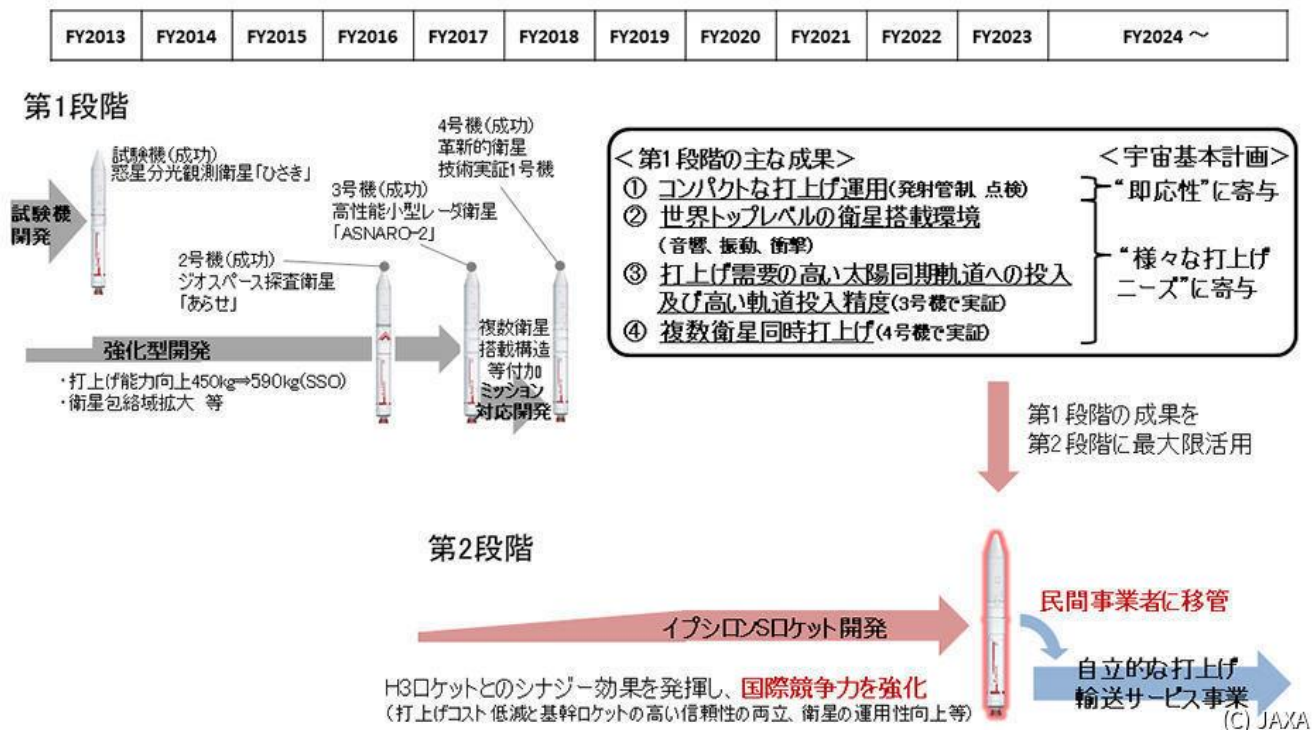
さらにイプシロン S では、打ち上げやその準備作業にかかわるさまざまな時間も短くなり、世界トップレベルの数値を目指すという。たとえば、3か月に2機以上の打ち上げが可能な運用体制を目指すとともに、契約から打ち上げまでの期間を12か月以内に、また衛星受領から打ち上げまでの期間を10日以内に、そしてレイトアクセスと呼ばれる、打ち上げ前の搭載衛星へのアクセスについては、打ち上げ3時間前まで対応可能にするという。

「高性能」という点では、前述のように打ち上げシステムの革新が図られ、打ち上げ能力も向上。それに加え、軌道投入精度は高度誤差±15km以下、軌道傾斜角誤差を±0.15度以下に向上させるとしている。

さらに、複数の衛星を一度に搭載して打ち上げることを可能にする拡張性を確保。ロケットが衛星に与える音響・振動・衝撃といった環境も、世界トップレベルに抑えるという。

こうした即応性や高性能とともに、打ち上げ価格も世界の小型衛星打ち上げ市場で競争可能な価格帯にすることで、「競争力」も獲得するとしている。目標金額は30億円以下と伝えられる。

そしてIAは、こうした特長を活かした「打ち上げ輸送サービス」を展開し、今後需要の拡大が予測される小型・超小型衛星の打ち上げ市場へ本格参入することを目指すとしている。



## イプシロンロケット開発の全体像 (C) JAXA

### イプシロン S は小型・超小型衛星の打ち上げ市場で勝てるか

ただ、小型・超小型衛星の打ち上げ市場において、イプシロン S が勝てるロケットになるかはまだ未知数である。小型・超小型衛星の打ち上げ市場は、百花繚乱の様相を呈している。そして、小型・超小型衛星の打ち上げ手段には、じつにさまざまな種類があり、予想を難しくしている。

たとえばイプシロン S のような、太陽同期軌道に数百 kg の打ち上げ能力をもついわゆる小型ロケットは、小型衛星を 1 機から数機、あるいは超小型衛星を数十機打ち上げることができる。この分野では、欧州アリアンススペースの「ヴェガ」や、インドの「PSLV」などがライバルとして存在する。

また、小型衛星を 1 機、超小型衛星を数機単位で打ち上げることを目的とした、小型ロケットよりもさらに小さなマイクロ・ローンチャー(超小型ロケット)も存在する。この分野では米国ロケット・ラボが、「エレクトロン」ロケットを市場に投入し、実績や信頼性の点で一步抜き出ている。また、数社が打ち上げを間近に控え、さらに世界中で 100 社近い企業が開発に挑んでおり、IA が出資する「スペースワン」も、このクラスのロケットの開発を行っている。さらに、スペース X の「ファルコン 9」や、アリアンススペースの次世代機「アリアン 6」といった、大型衛星を打ち上げることを目的とした大型ロケットも、小型衛星を数機～数十機単位で一度に打ち上げたり、大型衛星の打ち上げに相乗りさせる形で打ち上げ機会を提供したりといった形で、この市場に参入している。これらにはそれぞれ一長一短がある。たとえばエレクトロンのようなロケットは、衛星を 1 機～数機単位で打ち上げるため、打ち上げ時期や軌道を自由に選べるものの、打ち上げ価格は比較的高い。一方、ファルコン 9 のような打ち上げ方式は、衛星 1 機あたりの価格は安くなるものの、時期や軌道の自由度では劣る。

また、数十機から数万機の小型衛星を同一軌道に投入して、地球観測や宇宙インターネットなどのサービスを展開する、いわゆるコンステレーションの衛星打ち上げには、大型ロケットで一気に打ち上げることが向いている。一方で、小規模なコンステレーションであれば、イプシロン S のようなロケットで打ち上げたほうが都合がいい場合もあり、またコンステレーションの中の 1 機を代替するような場合は、マイクロ・ローンチャーによる打ち上げが適している。したがって、どれかが市場で支配的になるとは考えにくく、どのカテゴリでも数種類のロケットが市場を支配するとともに、似た性能のロケットの間はもちろん、他のロケットとの間でも競争が起こることになると考えられる。その中で、なんらかの強みのないロケットは淘汰されることになるだろう。

イプシロン S に目を向けると、直接的にライバルになりうるヴェガは信頼性で勝っており、PSLV は価格面で優れている。また、ロケットのカタログスペックには表れにくいだが、射場の設備環境や顧客のホスピタリティといった点も重要であり、老朽化の進む内之浦宇宙空間観測所は、現状ではヴェガなどに劣る。

日本はペンシル・ロケット以来、60 年以上にわたって固体ロケットの技術を磨き、築き上げてきた。しかし、これまでのミュー・ロケットは研究材料、実験機器として開発、運用されており、商業ロケットはイプシロンが初めてという、日本のロケットの歴史における大きな転換点を迎えようとしている。

そこにおいて、ロケットそのものだけでなく、生産・運用の体制や構造といった周辺をとりまく環境も、商業ロケットとして戦えるように転換できるかどうか、イプシロン S の成否がかかっているのではないだろうか。

参考文献

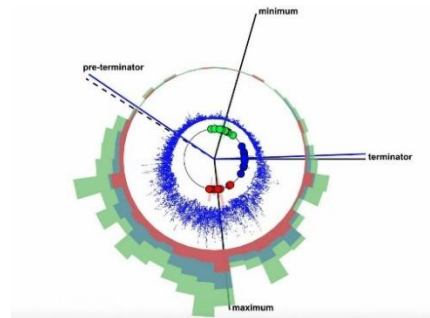
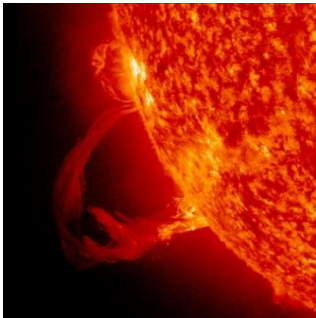
- ・ [JAXA | 「イプシロン S ロケットの開発及び打上げ輸送サービス事業の実施に関する基本協定」の締結について](#)
- ・ [JAXA | ベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1」のイプシロンロケットによる打上げ受託について](#)
- ・ [国際競争力強化に向けた「イプシロン S ロケット」の基本協定を締結 ～IHI エアロスペース、衛星打上げビジネスへ参入～ | 航空・宇宙・防衛 | 2020 年度 | ニュース | 株式会社 IHI](#)
- ・ [資料 36-2 イプシロンロケット H3 ロケットとのシナジー対応開発の検討状況 - 1388108 2.pdf](#)
- ・ [JAXA | 未来を拓くイプシロン](#)

鳥嶋真也(とりしましんや) 著者プロフィール

宇宙開発評論家、宇宙開発史家。宇宙作家クラブ会員。宇宙開発や天文学における最新ニュースから歴史まで、宇宙にまつわる様々な物事を対象に、取材や研究、記事や論考の執筆などを行っている。新聞やテレビ、ラジオでの解説も多数。著書に『イーロン・マスク』(共著、洋泉社)があるほか月刊『軍事研究』誌などでも記事を執筆。Web サイト <http://kosmograd.info/> Twitter: [@Kosmograd Info](#)

## 研究者が作成した「太陽周期時計」は太陽活動が切り替わる時期を示す

2020-06-19 [松村武宏](#)



太陽から吹き上がるプロミネンス、太陽観測衛星「ソーラー・ダイナミクス・オブザーバトリー (SDO)」が 2011 年 12 月 8 日に撮影 (Credit: NASA/SDO)

Chapman 氏らが作成した「太陽周期時計 (solar cycle clock)」。時間の流れは時計回りで、極大期 (maximum)、極小期 (minimum)、太陽活動の境界 (terminator、pre-terminator) の他に、赤／青／緑のグラフで X／M／C クラスのフレア発生状況が示されている。小さな青い点は波長 10.7cm の電波強度 (F10.7) (Credit: Scott McIntosh, NCAR) 太陽の活動はおよそ 11 年周期で変化することが知られていて、現在は第 24 太陽活動周期から第 25 太陽活動周期へと移り変わる時期にあるとみられています。今回、太陽活動の直近 18 周期分の観測データをもとに、太陽活動の変化を示す「時計」を作成したとする研究成果が発表されています。

### ■太陽活動の活動期と静穏期は速やかに移行している

Sandra Chapman 氏 (ウォーリック大学) らの研究グループは、1818 年以降に記録された太陽の黒点数などを利用して、18 周期分の太陽活動を 11 年周期で標準化した太陽周期時計 (solar cycle clock) を作成したと発表しました。研究グループでは、今回の研究によって太陽の活動は静穏な時期と活発な時期が速やかに移行していることが示されたとしています。研究グループが作成した太陽周期時計には、太陽活動の極小期と極大期のタイミングに加えて、X／M／C クラスのフレア (※) の発生状況も 3 か月単位で示されています。フレアの発生状況を見ると、ある時を境に強いフレアが発生しやすくなったり、逆に発生しにくくなったりする様子が見取れます。Chapman 氏が「太陽活動のスイッチオンとスイッチオフのタイミングが初めて明確に示されました」と語るように、今回の研究ではその境界となる時期も示されています。

※...太陽の黒点で生じるフレアの規模はピーク時の X 線強度に従い強いほうから順に X、M、C、B、A と定められていて、前後のクラスとは 10 倍の差があります (たとえば M5.0 のフレアは X5.0 の 10 分の 1、C5.0 の 10 倍) 研究グループは、X クラスのように警戒すべき強いフレアは太陽活動周期のいつでも発生し得るものの、静穏期に発生したものは数パーセントに限られると指摘。強いフレアが発生しやすい時期をあらかじめ把握することは、宇宙飛行士の活動や電力網・通信網の運用上役立つとしています。

研究に参加した Scott McIntosh 氏 (アメリカ大気研究センター) は「太陽はこれまで考えられてきたほど不規則ではありません」、Chapman 氏は「科学者は時折、乱雑で複雑に見えるものが美しいほどにシンプルなものへと生まれ変わるような、新しい手法を思いつきます」とコメントしています。

Image Credit: Scott McIntosh, NCAR Source: [ウォーリック大学](#) / [アメリカ大気研究大学連合](#) 文／松村武宏