https://www.asahi.com/articles/ASN2W5SRQN2WULBJ00R.html

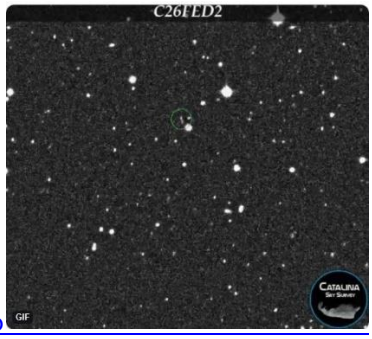
地球に「第 2 の月」見つかる　小惑星が 3 年ほど周回中

石倉徹也　　2020 年 2 月 27 日 19 時 00 分

米アリゾナ州レモン山の標高約 2800 メートルの地点にあるカタリナ・スカイ・サーベイの望遠鏡=アリゾナ大提供

地球の周りを回っている「第 2 の月」が見つかった。米アリゾナ大が小惑星や彗星（すいせい）を捜索している計画「カタリナ・スカイ・サーベイ」の望遠鏡が発見し、国際天文学連合が 25 日に発表した。直径 2〜3 メートルの小惑星が地球の重力に捕まり、3 年ほど前から地球を回る衛星になっていたらしい。ただ、軌道が極めて不安定で、数カ月後には再び遠くへ飛んで行ってしまうとみられる。

スカイ・サーベイの天文学者カッパー・ビエルチョス氏によると、「ミニムーン」は今月 15 日、アリゾナ州レモン山にある口径 1・5 メートルの望遠鏡が見つけた。探査機「はやぶさ 2」が着陸した「リュウグウ」と同じ C 型というタイプの小惑星で、有機物や水を豊富に含むと考えられる。

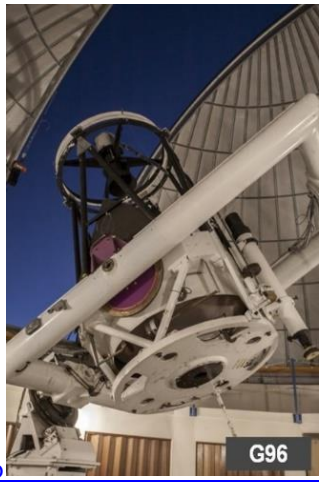


拡大する

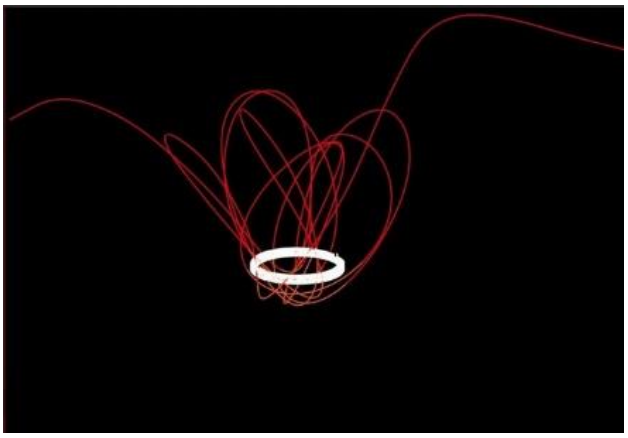
拡大する」カッパー・ビエルチョス氏

地球を回る小惑星「2020　CD3」（中央の円内）=カッパー・ビエルチョス氏のツイッターから

地球の軌道付近を飛んでいた小惑星が、地球の重力に引き込まれ、一時的に地球の衛星になったらしい。小さいため 20 等級ほどと暗く、「2020　CD3」と名付けられた。



拡大する



カタリナ・スカイ・サーベイの口径 1・5 メートルの望遠鏡=アリゾナ大提供

拡大する小惑星「2020　CD3」の軌道。画面右側で地球の重力に捕まり、近く離れていく。白い輪は月の軌道=カッパー・ビエルチョス氏のツイッターから

詳しく分析したところ、現在は徐々に地球から遠ざかっていて、月の軌道より 2 倍以上遠い地点にいる。数カ月後には地球の重力から脱するとみられる。とはいえ、その後も地球の近くにはいて、約 25 年後に再び接近するらしい。

ビエルチョス氏と共同で発見した天文学者のセオドア・プリーン氏はメールでの取材に「発見には驚いた。歴史の一部をなすことができ、とても興奮している」と答えた。

小惑星は火星と木星の間に多く分布しているが、地球に近づくものも約 2 万個ほどあり、うち約 2 千個が地球に衝突する恐れのある「潜在的に危険な小惑星」としてリスト化されている。今回見つかった小惑星も、昨年 4 月に、地球に数千キロまで近づいたと考えられるという。

拡大する

セオドア・プリーン氏　　拡大する夏の神津島の星空（2016 年撮影、島観光協会提供）

地球の衛星になった小惑星が見つかったのは今回が 2 例目。2006 年に、スカイ・サーベイが発見した「2006　RH120」も、1 年もせずに地球を離れていった。（石倉徹也）

長野佑介　　2020 年 2 月 28 日　19 時 00 分

伊豆諸島にある東京都神津島村が、美しい夜空を保護する取り組みを評価する国際認証「星空保護区」への認定を 6 月にも申請する。実現すれば、都内で初めての快挙だ。1 月に星空保護のための条例を施行している。国際的なお墨付きを得ることで、「星空の島」として環境保護の促進と観光振興を目指す。

星空保護区は、世界の天文学者らでつくる NPO 団体「国際ダークスカイ協会（IDA）」が認定する。暗く美しい夜空を保護する取り組みを評価する制度で、沖縄県の石垣市と竹富町にまたがる西表（いりおもて）石垣国立公園が 2018 年に国内では初めて暫定認定された。

認定にあたっては、夜空の暗さ・屋外照明の構造が基準を満たす▽夜空の体験プログラム・ツアーの実施▽地域住民の理解などが条件とされている。

神津島は都心から南に約 180 キロにある。人口は約 1900 人で、面積は約 19 平方キロメートルの火山島だ。海に囲まれて夏は涼しく、冬も比較的温暖で観光地としても人気がある。自然豊かな島にあって大きな魅力のひとつが、澄み切った星空だ。　神津島観光協会では 17 年から…

https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/20/022700132/

オリオン座の巨星が再び明るく、爆発は先か、読み的中の学者も

超新星爆発が待ち受けるベテルギウス、天文学者らは悲喜こもごも　　2020.02.28

ベテルギウスは全天で最も明るい星の 1 つだ。写真はデジタイズド・スカイ・サーベイ 2 のデータからカラー合成したもの。（COMPOSITE IMAGE BY ESO/DIGITIZED SKY SURVEY 2. ACKNOWLEDGMENT: DAVIDE DE MARTIN）

ハワイのハレアカラ・クレーターの上空に姿を見せたオリオン座。ひときわ明るい 2 つの星のうち、赤みがかっている方がベテルギウス、白い方がリゲル。（PHOTOGRAPH BY BABAK TAFRESHI, NAT GEO IMAGE COLLECTION）　[画像のクリックで拡大表示]

オリオン座の肩の位置にある巨星ベテルギウスに死が迫っているという心配は、どうやらとりこし苦労だった。2019 年 10 月から急激に暗くなり、超新星爆発が危惧されていたが、しばらく爆発の恐れはなさそうだ。最新の観測結果は、ベテルギウスが以前の明るさを取り戻しつつあることを示している。（参考記事：「オリオン座の巨星に異変、超新星爆発が近い？」）

観測チームは 2 月 22 日付けでオンライン学術誌「アストロノマーズ・テレグラム」に、「明らかにベテルギウスの減光は止まっていて、徐々に明るくなりはじめている」とする速報を出した。「先例のない減光の様子と、この驚くべき星が次にどうなるかを理解するには、引き続きあらゆる種類の観測が必要だ」という。

ベテルギウスが明るくなりはじめたことで、天文学者たちは 2019 年末から暗くなった原因を探れることを期待すると同時に、超新星爆発を目撃する機会を逃したことを残念がってもいる。

「私は、超新星爆発は起こると言いたいところです」と言うのは、米ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのアンドレア・デュプリー氏だ。「超新星爆発の直前、前夜、1 週間前、1 カ月前にどんなことが起こるのか、私たちはほとんど情報を持っていないからです」

どんどん暗くなった巨星

ベテルギウスは比較的若い赤色巨星で、ふだんは夜空で最も見つけやすい明るい星の 1 つだ。地球から約 700 光年の距離にあり、この星を太陽の場所に置けば、木星の軌道まで飲み込んでしまうほど大きい。ベテルギウスは周期的に脈打っていて、その表面には、うごめき、膨らんだり、しぼんだりする巨大な対流セル（胞）がモザイクに並んでいる。その対流セルは太陽の表面にあるプラズマの粒にも似ているが、はるかに巨大だ。

「巨大なセルです！　直径は地球から火星までの距離ほどもあります」とデュプリー氏。「ベテルギウスの表面は想像を絶する世界です」

ベテルギウスの明るさは、星自体の脈動や、対流セルの膨張や収縮に伴って変動する。アラビア語に由来する名前をもつこの星は、そもそも明るさが変わる変光星で、いくつかの周期に合わせて規則的に暗くなったり明るくなったりしてきた。

けれども昨秋、ベテルギウスはいつも以上に減光しはじめ、明るくなることなく、どんどん暗くなっていった。年末にはもとの明るさの 40 パーセント以下まで暗くなり、夜空で 10 番目に明るい星ではなくなったどころか、トップ 20 にも入らなくなり、天文学者が記録をとりはじめて以来最も暗くなってしまった。

「恒星の進化をリアルタイムで眺めるのは楽しいですよ」とデュプリー氏は言う。「私たちがこれまで見たことがない現象が、ベテルギウスで起きています。ほかの星でも同じような現象が見られたことがあるかどうかはわかりません」

ベテルギウスが暗くなった原因はまだわからない。一部の天文学者は、明るさが変わる周期がたまたまいくつか重なったために、いつもより暗くなったのではないかと推測している。ベテルギウスから大量の塵が噴出して星を覆い隠したのではないかと推測する天文学者もいる。さらに、減光はやはり死の

前兆と考える科学者もいる。巨星が重力崩壊を起こして爆発する直前に、宇宙空間に大量の塵を放出すると考えられているからだ。

ベテルギウスのような大質量の星にとって、超新星爆発は避けられない。問題は爆発するかどうかではなく、いつ爆発するかだ。ベテルギウスが爆発するときには、地球から日中でも見えるほど明るく輝くことになるだろう。（参考記事：「歴史上最も明るい超新星爆発の記録を新たに発見」）

予想が当たったことは嬉しいが

ベテルギウスの最近のふるまいは、超新星爆発が近づいていることでは説明できなかったものの、多くの天文学者はひそかにベテルギウスの爆発を待ち望んでいた。

米ビラノバ大学の天文学者エドワード・ガイナン氏は、ベテルギウスが明るくなりはじめる直前、ナショナル ジオグラフィックに「ベテルギウスの爆発を見たいですね。すばらしいものになるはずです」と語っていた。彼は変光星の研究をしていて、ベテルギウスを何十年も追跡している。

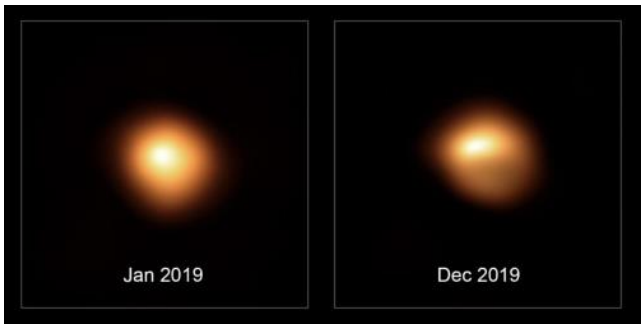
しかし、ベテルギウスの明るさの変動を計算したガイナン氏は、この星はすぐには死なないと考えるようになった。ベテルギウスの明るさの周期のうち少なくとも 2 つがたまたま最も暗いところにあり、これにより急激な減光を説明できるように見えたからだ。（参考記事：「オリオン座のベテルギウス、謎の縮小」）

ガイナン氏はベテルギウスの明るさの周期のタイミングを見て、今回のふるまいが、特によく目立つ約 425 日周期の変動と一致するのではないかと考えた。もしそうならば、2 月末頃から再び明るくなるはずだった。実際、1 週間ほど記録的な暗さにとどまったあと、そのとおりになった。

「最も暗いのは 2 月 20 日前後でした」とガイナン氏は言う。「もちろん予想が当たったことは嬉しいのですが、心のどこかで、ベテルギウスがどんどん暗くなっていって超新星爆発を起こすことを期待していました。超新星爆発を見てみたかったです」（参考記事：「200 万年ほど前に、地球の近くで超新星爆発」）

残された謎

ガイナン氏の予想は当たったとはいえ、暗くなった謎が解明されたわけではない。ベテルギウスがどんどん暗くなっていったとき、NASA のハッブル宇宙望遠鏡やチリにある欧州南天天文台の超大型望遠鏡（VLT）など、高性能の望遠鏡がベテルギウスに向けられた。天文学者が最近 VLT で見たベテルギウスは、1 年前の姿とはかなり違っていた。



異例の減光の前後のベテルギウス。欧州南天天文台の超大型望遠鏡（VLT）が 2019 年 1 月（左）と 12 月（右）に撮影した写真を比較することで、ベテルギウスがどれだけ暗くなり、見かけの形がどのように変わったかがわかる。（IMAGE BY ESO/M. MONTARGÈS ET AL）[画像のクリックで拡大表示]

暗くなりはじめる前の 2019 年 1 月には、ベテルギウスはほぼ球形に見え、明るさのムラもなかった。しかし、2019 年 12 月の写真ではやや楕円形になり、南半球は大きな影のようなものに覆われていた。「恒星の表面にこれだけ劇的な変化が見られるのは非常に珍しいことです」と、VLT を使ってベテルギ

ウスの研究をしているベルギー、ルーベン・カトリック大学のミゲル・モンタルジ氏は言う。

この写真が、ベテルギウスの光の一部が塵に覆い隠されたところをとらえたものなのか、それとも、ベテルギウスが変形して暗くなったところなのかはまだわからない。

恒星の表面に大きくて暗い対流セルが出現したなら温度が低下するはずだ。ベテルギウスは熱赤外線波長で観測したときに最も明るく見えるが、この波長で調べたところ、特に温度が下がったようには見えなかった。

「明るさの変化が短波長域のみで起きたことを考えると、塵の放出で説明するのが合理的なように思われます」と、VLT を使って赤外線でベテルギウスの観測を行ったフランス、パリ天文台のピエール・ケルベラ氏は言う。短波長の光は塵を透過できないからだ。

けれどもガイナン氏は、「塵が 425 日周期の脈動となんの関係があるというのでしょう？」と言う。

謎が解けたわけではないが、ガイナン氏らは、ベテルギウスが夜空に見えているうちに再び明るくなってきたことを喜んでいる。地球から見るベテルギウスは、季節の移り変わりとともに太陽に近づき、やがて秋まで見えなくなってしまうからだ。

宇宙を彩る花火

塵（ちり）が渦を巻くタランチュラ星雲内部の空洞を、生まれたばかりの輝く星々が照らす。ハッブル宇宙望遠鏡がとらえた天体画像の公開を担当するゾルタン・リベイは、この画像の魅力は躍動感にあるという。「星々がまさに誕生し、死滅している光景です」 NASA; ESA; F. PARESCE, INAF-IASF, BOLOGNA, ITALY; R. O'CONNELL, UNIVERSITY OF VIRGINIA; WIDE FIELD CAMERA 3 SCIENCE OVERSIGHT COMMITTEE ［画像のクリックで別ページへ］ 文＝Nadia Drake／訳＝三枝小夜子

https://www.cnn.co.jp/fringe/35150023.html

宇宙観測史上最大の爆発を確認、巨大ブラックホールが原因と天文学者

2020.02.28 Fri posted at 12:30 JST

ブラックホールによるものとみられる観測史上最大規模の爆発が起きたことがわかった/S. Giacintucci, et al./NRL/CXC/NASA

（ＣＮＮ） 地球から３億９０００万光年離れた宇宙で、ブラックホールによるものとみられる観測史上最大規模の爆発が起きたことがこのほど明らかになった。

爆発により、当該の空間に存在する高温のガスには火山の噴火に伴うクレーターに相当する痕跡が出現

した。米海軍調査研究所の天文学者によれば、宇宙最大の爆発で生まれたこの「クレーター」は、天の川銀河１５個分の大きさだという。
爆発は、へびつかい座銀河団の中心で発生した。銀河団は宇宙で確認されている中で最も大きい構成単位であり、そこでは重力の影響によって数千個に及ぶ銀河の集団が形成されている。
　天文学者らは、ある大型の銀河の中心部分に位置する超大質量ブラックホールが今回の爆発を引き起こしたとみている。この銀河は、銀河団全体の中心付近に存在しているという。
ブラックホールには物質をのみこむだけでなく、それらを吹き飛ばす働きもある。通常それは、物質の噴出や放射という形態をとる。今回の爆発の規模は、これまで最大にして最も強力とされていた爆発の５倍に達したとみられる。
天文学者らは、ＮＡＳＡのチャンドラＸ線観測衛星やオーストラリアの電波望遠鏡ＭＷＡなど、地上と宇宙で運用する複数の望遠鏡を駆使して爆発を観測した。
２０１６年にもチャンドラＸ線観測衛星を使った観測で、同じブラックホールからの物質の噴出でできたとみられる「空洞」が見つかっていた。しかしこの時は、空洞のあまりの大きさから、ブラックホールが原因とは考えにくいとする結論が出ていた。

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0225/kpa_200225_9167781460.html

UFO なの？宇宙カメラのライブ映像で国際宇宙ステーションを追い続ける飛行物体が捉えられる　2 月 25 日（火）22 時 30 分　カラパイア

image credit: youtube

　国際宇宙ステーション（以下 ISS）は、地上から約 400km 上空に建設されたアメリカ合衆国、ロシア、日本、カナダ及び欧州宇宙機関 (ESA) が協力運用している有人実験施設で、秒速約 7.7km（時速約 27,700km）で地球 1 周を約 90 分というスピードで回り、1 日約 16 周している。
　ISS が今どんな状態か、内外の地球の様子や位置表示等をライブ映像で確認することができる他、乗組員とミッション・コントロール間の会話の音声も同時に配信されることもあるため非常に興味深い。
　そんな ISS ライブ映像に、奇妙な未確認飛行物体が映り込んだようなのだ。この映像が YouTube でシェアされると、UFO 愛好家の SNS で拡散した。
UFO At Space Station 22 Mins! Shoots out into space, UFO Sighting News.

・UFO なの？なんなの？

　ISS のライブ映像に捉えられた奇妙な物体を YouTube 動画でシェアしたのは、UFO 愛好家のスコット・ウォーリングさんだ。
　彼は、2 月 21 日に自身のチャンネル『ET Data Base』に「22 分間も UFO が ISS に映り込んでいた」と動画投稿した。
　最初に投稿した動画は、9 分強のものでウォーリングさんによる説明の声が入っている。

そしてこちらが、UFO が映り込んでいたフルの映像だ。
Full 22 minutes of UFO At space station, Feb 21, 2020, UFO Sighting News
映像を見る限り、この奇妙な物体はちょうど ISS の下に位置しており、22 分間も ISS と同じ速度で移動しているのがわかる。

・NASA、物体に気付く？

ウォーリングさんがアップした 22 分の動画には、ウォーリングさんの音声は録画されておらず、宇宙機関の職員らが宇宙ステーションのメンテナンスについて話しあっている声が配信されている。
その間、不思議な物体は ISS を追うように同じスピードで飛んでおり、やがてカメラがズームインする様子が示されている。

image credit: youtube

このズームイン映像は、ウォーリングさんではなく NASA がしたものであることから、ウォーリングさんは「NASA はカメラをズームインしているため、この物体を認識したようだ」と 9 分間の映像の中で伝えている。
更にウォーリングさんは、音声を入れた方の動画でこのように説明。
NASA も私と同じぐらい困惑しているかもしれない。これはいったい何なのか。なぜ、そこにいるのかわからないのではないだろうか。

・NASA からの公式発表はなし

この映像は、瞬く間に UFO 愛好家の間に拡散し、SNS でもシェアされた。しかし、NASA 側はこの物体について公式発表はしていない。
結局、この物体は光のようになって上へ上へと行き、最後はカメラから消えて緑色の光が残った様子が撮影されている。
ウォーリングさんは、動画で次のように語っている。
音声配信の中で、彼らは「座標」と言及しているが、あまり明白にはしたくないのか、シークレットコードを使用していたようだ。
私は、こんな形の UFO はかつて見たことがない。円錐形のように見える。これまで見たどのタイプとも違う。
もし、これが軍事的なものであれば、米国空軍技術のトップシークレットということになるだろう。
だから宇宙機関の職員らは、シークレットコードを使っていたのか。それともやっぱり UFO なのか。謎は解明されていない。
References:express.co.uk など / written by Scarlet / edited by parumo
関連記事（外部サイト）
国際宇宙ステーション（ISS)の速さを視覚化した映像「Speed of International Space Station」
UFO との遭遇か？国際宇宙ステーションで船外活動中の宇宙飛行士たちの横を通る 2 機の未確認飛行物体

ワームホール？ポータル？国際宇宙ステーションのライブ映像に突如現れた巨大な光の柱
超高速で動く円盤状の UFO が国際宇宙ステーションを通過しているだと？
宇宙は人間の臓器を製造するのに最適な場所かもしれない（国際宇宙ステーション）

https://news.biglobe.ne.jp/it/0227/zks_200227_7467051204.html

中国、2022 年の宇宙ステーション完成目指し 4 月にロケット打ち上げ

2 月 27 日（木）8 時 39 分　財経新聞

　昨年 12 月、中国が、2022 年までに重量約 100 トン、定員 3 名の宇宙ステーションを完成させる見通しを明らかにした。中国は現在稼働中の国際宇宙ステーション（ISS）には参画しておらず、宇宙ステーション建設については独自で開発を継続中である。

【こちらも】中国が小惑星と彗星を探査へ　2022 年までの宇宙計画で

　ISS は 2024 年に活動を終える予定のため、それ以降はこの中国の宇宙ステーションが世界で唯一の存在になる可能性がある。そのため、現時点で多くの国が中国との共同宇宙開発実験プロジェクトへの参画意向を示しており、4 月の中国のロケット打ち上げは各国から注目されている。

　今回打ち上げられるロケットは、LONG MARCH5B と名付けられたキャリアロケットで、最大 6 名が搭乗できる宇宙船の試作機を搭載している。4 月の打ち上げでは、宇宙ステーション建設資材の搭載はないが、この宇宙ステーション計画の成否のカギを握る、重要な技術の確認を行う予定であり、2022 年の宇宙ステーション完成までに 10 以上のミッションを計画している。

　この宇宙ステーションは、コアモジュールの両側に 2 つのラボカプセルを備えた T 字型で 3 つのモジュールからなり、居住空間のすべてを合わせても 160 立方メートルにすぎない。このサイズは国際宇宙ステーションの大きさの 3 分の 1 をやや上回る程度の大きさである。

　中国は、2003 年にロシア、米国についで人間を宇宙に送り込んだ世界で 3 番目の国になったが、それ以降も着々と技術レベルアップを積み重ね、2016 年には 2 人の宇宙飛行士による 33 日間の宇宙滞在を成功させている。

　また有人飛行だけでなく、2019 年には月の裏側に無人探査機の着陸を成功させており、2025 年には人類を月面に送り込むといううわさも出ている。このように中国はすでに世界の最先端を行く技術を身に着けていると言っても過言ではなく、ロシアも米国もうかうかしてはいられないほどの状況にまで事態は進展している。

　宇宙開発競争では、半世紀前に米国が人類を月面に最初に送り込み、当時の米ソの競争は一応の決着を見た。その結果、2 つの大国による覇権争いの道具として宇宙開発が捉えられなくなり、この 50 年間は米国とロシアで表立った競争がなくなった。そのためこの分野は、素人目には面白みがなくなりつつあったが、このところの中国の台頭でまた面白くなってきた。　財経新聞

https://news.biglobe.ne.jp/it/0228/giz_200228_1777466489.html

はやぶさ 2 が取りに行ったサンプルに近いものが庭に落ちてきました in ドイツ

2 月 28 日（金）16 時 0 分　GIZMODO

Photo: WWU - Markus Patzek via Gizmodo US

宇宙が庭先に飛びこんでくることだってあるんです。

去年のある晴れた 9 月、ヨーロッパ上空に火の玉が現れて 0.48TNT キロトンもの衝撃とともに地球に落下しました。この火の玉の正体は炭素質コンドライトという種類の隕石。分析結果がこのところ公表され、もともと稀な隕石のなかでもさらに稀で、太陽系創生当時の原始の物質を含んでいるものと期待されています。

24.5 グラムの宇宙 2019 年 9 月 12 日、500 人以上がオランダ・ドイツ・ベルギー・デンマーク・イギリスに渡る広範囲で真っ昼間の空にまばゆい光がほとばしるのを目撃しました。

翌日、ドイツ・フレンスブルク在住の Erik Due-Hansen さんが家の庭に出たところ、黒い丸っぽい石につまづいてコケそうに。その見慣れない石はすぐに行政に届けられて正真正銘の隕石だと判明し、ヴェストファーレン・ヴィルヘルム大学の惑星科学研究所で調べてもらうことになりました。

「フレンスブルク」と名づけられたこの隕石は大きさ 3.7×3.5 cm、重さ 24.5 グラム。Addi Bischoff 教授とその教え子の Markus Patzek さんが走査型電子顕微鏡を使って調べた結果、コンドリュールと呼ばれる 0.05〜1mm 大の球状の粒子を内包しており、その中にはフィロ珪酸塩鉱物と炭酸塩が豊富に含まれていることもわかりました。

フィロ珪酸塩鉱物と炭酸塩はどちらも水なしでは生成されません。このことから、フレンスブルク隕石は原子の地球に水を届けてくれた微惑星と同じく炭素質コンドライトであると考えられるそうです。

ちっちゃいタイムカプセルこのような発見は科学者にとって鉱山でダイアモンドを発掘するようなもの。というかダイアが空から降ってくるぐらいラッキーと言っていいかもしれません。

炭素質コンドライトは、地球で見つかっている隕石のうちわずか 3%に過ぎないにもかかわらず、太陽系が誕生した 46 億年前を知る貴重な手がかりとなるからです。

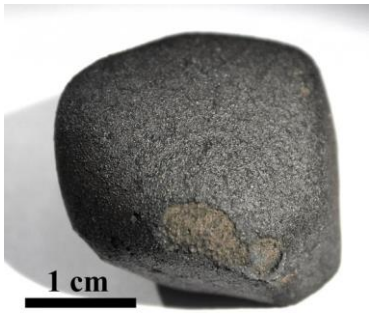


Photo: WWU - Markus Patzek via Gizmodo US

フレンスブルク隕石。表面が欠けていたりして、いかにも「大気圏突破してきた」感が
一番有名な炭素質コンドライトは 1969 年 9 月にオーストラリアに飛来した重量 100kg の「マーチソン隕石」で、アミノ酸や糖分といった驚きの分子も含んでいたそうです。

リュウグウからの使い炭素質コンドライトから得られる情報と、実際に探査機が宇宙に行って集めてくる情報とを合わせることで、太陽系の初期の姿がより鮮明になるとも期待されています。

はやぶさ 2 号の小型着陸機＝MASCOT がリュウグウに着陸した際に送ってきた画像からは、リュウグウの表面がフレンスブルク隕石ととてもよく似ていると見て取れたことから、おそらくフレンスブルク隕石も地球の大気圏に突入する前は小惑星リュウグウのような姿をしていたんじゃないかと思われるそうです。ただ、フレンスブルクのような隕石がどのようにできたのか、またどのような天体から生まれたのかはまだまだ研究の余地があるそう。

わざわざ宇宙に探査機を飛ばさなくたって、時にはむこうから飛びこんできてくれることもあるんですね。それにしても、マーチソン級の隕石が Erik さんの庭に墜ちてこなくてほんとよかった…。

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0229/jbp_200229_1144426062.html

低すぎる生命発生の確率、どうして我々は生まれた？2 月 29 日（土）6 時 0 分　JBpress

若い惑星のイメージ。生命のもととなり得る「スープ」があるかもしれない。 Illustration by NASA/JPL-Caltech.　写真を拡大　（小谷太郎：大学教員・サイエンスライター）

2020 年 2 月 3 日、東京大学の戸谷友則教授が『宇宙における生命～どのように生まれたのか、そして命の星はいくつあるのか』と題したプレスリリースを行ないました＊1。また『サイエンティフィック・レポーツ』誌に論文が公開されました＊2。

生命がどのように発生したかという根本的な疑問は、人類が物心ついて以来ずっと議論されていますが、一向に答が得られません。一方、宇宙がどうして誕生したかというもうひとつの最重要な問題も、誰も解けないままです。

今回の発表は、宇宙論に登場する「インフレーション理論」の見方から、生命がどのように発生したかという問いに、ある種の回答を与えるものです。生命、宇宙、そして万物についての究極の疑問の答えといってもいいかもしれません。

その答えは、一言でいうと「たまたま」ということになります。

ただしこれは、およそ 10^39 個の恒星につき生命発生 1 回という、想像を絶するどころかこの宇宙の観測可能な範囲に収まらないほどの「たまたま」です。（42 ではなかったようです。）

＊1：『宇宙における生命～どのように生まれたのか、そして命の星はいくつあるのか』

＊2：Tomonori Totani, 2020, Emergence of life in an inflationary universe, Scientific Reports10, 1671.

生命はどうやって発生したのか～RNA ワールド

この地球にあふれる生命は、化石や岩石の痕跡などによると、35 億年以上前に現われたと推定されます。最初の生命は無生物から発生したはずですが、いったいどうやって生まれてきたのでしょうか。今のところ、もっともらしいと考えられている、「RNA ワールド」というシナリオを以下に説明しましょう。

RNA、または「リボ核酸」と呼ばれる物質は、生命の体内に大量にあって、生命活動を支えるさまざまな働きをしています。タンパク質を合成したり、RNA を編集したり、自分自身を切ったり貼ったり、そういう働く RNA は「リボザイム」などと呼ばれます。

RNA と呼ばれる高分子は、「A：アデニン」「U：ウラシル」「C：シトシン」「G：グアニン」という 4 種類の塩基という分子が部品となって、鎖のようにつながってできています。（正確には糖やリン酸と結合したヌクレオチドがつながってできているのですが、ここでは説明を簡略化しておきます。） RNA は A、U、C、G の組み合わせによって多種多様な形状と機能を実現します。

1980 年代にこうした高機能な RNA が発見されると、RNA が生命の起源ではないか、というアイデア「RNA ワールド仮説」が提唱されました。35 億年以上前の原始の海や水たまりには、RNA などが含まれていて、そこで RNA がくっついたり切れたりぶつかったりするうちに、自己複製能力を持つ RNA が誕生した、というアイデアです。

自己複製能力を持つ RNA、つまり自分自身と同じ配列の RNA を合成する RNA が誕生すれば、それは海や水たまりの中でどんどん増えていくでしょう。そして合成の際にミスが生じれば、わずかに違った配列を持つ RNA ができあがるでしょう。そのほとんどは自己複製能力を失って滅びますが、まれに、より優れた能力を持つものが合成されるでしょう。これは自然淘汰による進化そのものです。

そして長い長い時間をかけた膨大な試行錯誤の末には、この RNA のたゆたう「原始のスープ（primordial soup）」に、生命と呼んでよい個体が発生した、というのが RNA ワールド仮説の描く生命発生です。

RNA ワールドでも生命発生は簡単ではない

しかし、RNA ワールド仮説を用いれば簡単に生命発生を説明できるというものではありません。塩基を入れた試験管をいくら振っても、中に生命が発生したことはこれまでありません。

問題は、塩基をランダムにくっつけて RNA を作っても、役に立たない鎖の断片ができるばかりで、何か機能を持つリボザイムが偶然生じる確率は極めて低く、ましてや自己複製機能などという超精巧な機能は全然期待できないことです。

仮に、自己複製機能を持つ最初の RNA が塩基 40 個からできていたとします。A、U、C、G の 4 塩基を 40 個つなげて RNA を作ると、できあがる RNA の種類はめちゃくちゃたくさんあります。どれほどめちゃくちゃたくさんかというと、およそ 10^24 通り、つまり 1 兆の 1 兆倍です。「天文学的」数字というやつです。原始のスープの中で天文学的な数の RNA を試さないと、自己複製機能を持つ配列は見つからないでしょう。

この問題を抱えているのは、RNA ワールド仮説以外の生命発生シナリオも同様です。最初の生命がタンパク質であろうと油脂の泡であろうと、生命の材料が偶然集まってそういう高機能物体を発生させる確率は「天文学的」な小ささです。

しかし、RNA の種類を凌駕する膨大なサンプルを提供する学問分野が実はありまして、もちろんそれは、4 文ほど前からヒントっぽく現われている「天文学」です。

宇宙はどうやって発生したのか～インフレーション理論

この宇宙は、宇宙膨張などの証拠によると、138 億年前にビッグバンなる大爆発とともに誕生したと推定されます。宇宙は無から生じたのか、いったいどうやって生じたのか、核心のところは分かっていません。分かっていないのですが、宇宙が生じた後のビッグバンについてはある程度調べられています。今のところ、もっともらしいと考えられている、「インフレーション」というシナリオを以下に説明しましょう。

138 億年前、宇宙はごく小さく、見渡す限りの星や銀河やダークマターなど全物質は、溶け混じって一点に集まっていました。（このあらゆる物質や光子が溶け混じった熱いどろどろも、「原始のスープ（primordial soup）」と呼ばれることがあります。分子生物学者も宇宙物理学者も、日頃の食事が発想の源のようです。）

この超高温・超高密度のスープが、急激に膨張して広がって、138 億年間広がり続けて、できあがったのが今の宇宙だと考えられています。これが、1960 年代に確立し、標準的な宇宙論と見做されているビッグバン宇宙論です。

1980 年代に提案されたインフレーション理論はビッグバン宇宙論の補足です。ビッグバンの初期、宇宙が原子核よりも小さかった時に、宇宙が急激に膨張したという仮説です。ビッグバンそのものも急激な膨張過程なのですが、インフレーションはそれどころではない圧倒的膨張です。インフレーション中に宇宙は何十桁倍にも膨れ上がったといいます。

広くて大きな宇宙じゃないか

インフレーション理論は宇宙の観測データと一致するために、おおむね受け入れられています。が、この理論はまた、宇宙に関していくつもの奇妙で検証不能な予言をします。例えば、とんでもなく広くて大きな宇宙です。

昔から知られていることですが、この宇宙は膨張しているために、遠方の天体は光速を超えて逃げていて、観測できません。宇宙の観測可能な範囲は約 465 億光年です。

約 465 億光年のその先はどうなっているのでしょうか。インフレーション理論の示唆するところでは、極めて広い範囲まで似たような光景が広がっています。控え目に見積っても、観測可能な範囲の 10^26 倍、つまり 10^26×465 億光年くらいは広がっているだろうというのです。大胆な見積もりだと、10^8685889638×465 億光年くらいのもうわけの分からない広さです。

このような途方もない数値は天文学でも滅多に目にすることはなく、「天文学的」と呼んでいいのか不安になりますが、ともあれ、このインフレーション理論の予言する広くて大きな宇宙の中で、RNA ワールドは生命を発生させられるのでしょうか。いよいよ本題です。

何個の恒星を探索すれば、生命の発生した惑星を見つけられるか

戸谷教授の試算では、生命の発生する惑星には水溜まりが無数にあって、そこで RNA が生産されると仮定します。35 億年前の地球と似た状況です。隕石がその惑星に降り注ぐことによって、炭素質隕石に微量に含まれる塩基が水溜まりに供給されます。水溜まりの中では化学反応が起き、塩基が 1 個、2 個、3 個とつながって、RNA を作るというシナリオです。

利用できる塩基の総量や、どれほどの速さで塩基がつながれるかといった数値の見積もりは、結構な不確定性を含みますが、この発表によれば、生命発生の確率は極めて小さいという結論にさほど影響しません。100 倍や 1 万倍くらいその辺の値が違っても、やはり生命発生確率は絶望的に小さいのです。

結論に大きく影響するのは、例えば、自己複製能力のある RNA を作るのに必要な塩基の個数です。ここでは 40 個と仮定しています。塩基 40 個をランダムにつなげて RNA を作り、そこから自己複製能

力のある RNA（たぶん 1 種類くらい）が生じる確率を計算します。

もうひとつ重要な仮定は、長い RNA は作りにくいということです。ちょっと専門的な表現だと、つながる塩基の個数が「ポアソン分布」に従うという仮定です。

言い換えると、水溜まりの中でできた RNA のほとんどは 2 個か 3 個の塩基からなるということです。塩基 4 個の RNA は少なく、5 個はもっと少なく、40 個ともなるとたいていの水溜まりには見つからないほど希少でしょう。これはかなり生命発生に厳しい条件です。

さらに、恒星が地球と似た惑星を持つ確率や、RNA 生産に適した状況が続く期間などを考慮すると、「何個の恒星を探索すれば生命の発生した惑星を見つけられるか」が計算できます。生命発生の確率が低いほど、多くの恒星を探索しなければ、生命は見つかりません。

戸谷教授によると、その数は 10^39 個という莫大なものになります。これは宇宙の観測可能な範囲に存在する恒星の数より多いです。

インフレーションで解決だ！

生命の発生する星が、10^39 個に 1 個だということは、じゃあ異星の生命を見つける見込みはないということでしょうか。

そんなに生命発生の確率が低いのに、どうして私たちはこうして存在しているのでしょうか。

インフレーション理論を信じれば、そうした疑問に答えることができます。

インフレーション理論が正しければ、この宇宙は観測可能な範囲を越え、10^26×465 億光年くらいの遠方まで広がっていることになります。すると宇宙に存在する恒星は 10^100 個くらいなので、そのうち生命の存在する惑星は 10^61 個という莫大な数になります。なんとこの宇宙の観測可能な恒星よりも多いのです。

それだけたくさん生命が発生しているならば、私たちがこうして存在するのも不思議なことではないでしょう。

しかしそれらの生命のほとんどは、10^39 個の不毛な恒星に囲まれた孤独な存在です。10^61 もの種族の宇宙人が、いくら隣人を探しても見つからず、寂しい思いをしているということになります。

こうして、RNA ワールド仮説とインフレーション理論を組み合わせて、生命、宇宙、そして万物についての究極の疑問の答えが得られました。

Q：生命発生の確率は極めて低いのに、どうして私たちは存在しているのでしょうか。

A：インフレーション宇宙は広く、めちゃくちゃたくさんの恒星を有するからです。

Q：異星の生命を見つける見込みはないのでしょうか。

A：ありません。

これは、宇宙人や異星の生命を探し求める地球人にとって、なんだかがっかりさせられる答えになってしまいました。これが正しいとすると、インフレーション宇宙に散らばる 10^61 もの生命は、宇宙の終わりまで、互いの存在を知ることができないのでしょうか。We are all alone なのでしょうか。

この宇宙の片隅に

さて、ここまで、宇宙の観測可能な範囲をいくら探しても、異星の生命が見つからないわけを説明してきたわけです。

が、ちょっと待ってください。

私たち人類は、観測可能な範囲の恒星を、まだ全て調べ尽くしたわけではありません。それどころか、たった 1 個の恒星に属する惑星や衛星も、調べ尽くしたとはいえない状況です。

なぜこれまで異星の生命が見つかってないかというと、それは探してないからです。

宇宙の観測可能な範囲に異星の生命が見つからないわけを説明するのは、まだ少々早い気がします。

残念ながら、人類はたった 1 惑星の生命しか知りません。その惑星の生命は、見かけこそ千差万別ですが、35 億年以上前のたったひとつの自己複製 RNA から生じた兄弟です（RNA ワールド仮説が正しいとしての話ですが）。みな同じ生化学を利用し、同じ塩基を用い、同じ遺伝暗号を読み書きしています。

1 種類の生命しか知らない現況では、異星の生命も似たシステムを採用していると仮定するのは、他にやりようもなく、妥当といえるでしょう。

しかし例えばもしも、自己複製する RNA 以外にも、異なる生命のシステムと発生ルートがあるとすると、見積もりは全然違ってくるでしょう。生命はその星で利用できる材料を使い、発生しやすいルートで発生するのではないかと筆者は空想します。

もしも将来、異星の生命と出会う日が来たら、「えっ君ら RNA から発生したの？ 発生確率低くて大変だったでしょう？」と驚かれるかもしれませんよ。　　筆者：小谷 太郎

JBPRESS

https://sorabatake.jp/10915/

突如ベールを脱いだロケットベンチャーAstra が初打ち上げに挑戦

宇宙産業のボトルネックが輸送であることから、多くのロケットベンチャーがしのぎを削っている昨今ですが、そんな中、外部に情報を公開してこなかった Astra が突如打ち上げを発表しました。

カリフォルニア州アラメダに拠点を置く Astra は、2 月 25 日にアラスカの打ち上げ場である Pacific Spaceport Complex(PSCA)から最初の打ち上げを実施予定でしたが、悪天候により打ち上げは延期されました。その後も天候は回復せず延期を続けており、最短で 3 月 2 日の打ち上げ実施と Astra の公式ツイッターが発表しています。

Astra の Rocket 3.0Credit : Astra　　Rocket 3.0 の性能 Credit : The DARPA Launch Challenge

数多あるロケットベンチャーの中で Astra が注目を集めている点を 2 点紹介したいと思います。

1. 最低限の性能で挑戦するロケット

Astra が目指すのは、最低限の性能のロケットです。

Astra の共同創業者である Chris C. Kemp 氏は、同社のロケットのことを「かなり退屈なロケット」とメディアに語っています。

同社が開発するロケットは、その名もずばり「ロケット(Rocket)」という名前で、特別な名前はありません。過去 2 回試験飛行をしており今回が 3 回目の打ち上げであることから、今回のロケットの名称は、Rocket 3.0 です。

Rocket 3.0 の打ち上げ価格は 250 万ドル程度を目指しており、この価格は小型ロケット市場のフロントランナーである Rocket Lab の打ち上げ価格の半分以下です。

共同創業者であり航空宇宙工学の博士号を持つ Adam London 氏は、「私たちは、最もシンプルで、最も製造しやすいロケットを造りたいと思っている」と語っています。このような設計思想は、インターステラテクノロジズ社の Momo と近く、同社の競合となってくるかもしれません。

2. 「The DARPA Launch Challenge」のファイナリスト

今回の打ち上げは、DARPA が実施する技術開発プロジェクト「DARPA Launch Challenge」の一環となっています。

このプロジェクトは、以下のような 2 つの段階があるかなり過酷なプロジェクトです。

Launch 1

・DARPA がロケット会社に対して、打ち上げ日の 30 日前にペイロードの詳細を伝える。

・打ち上げ数週間前に射場の位置を伝える。

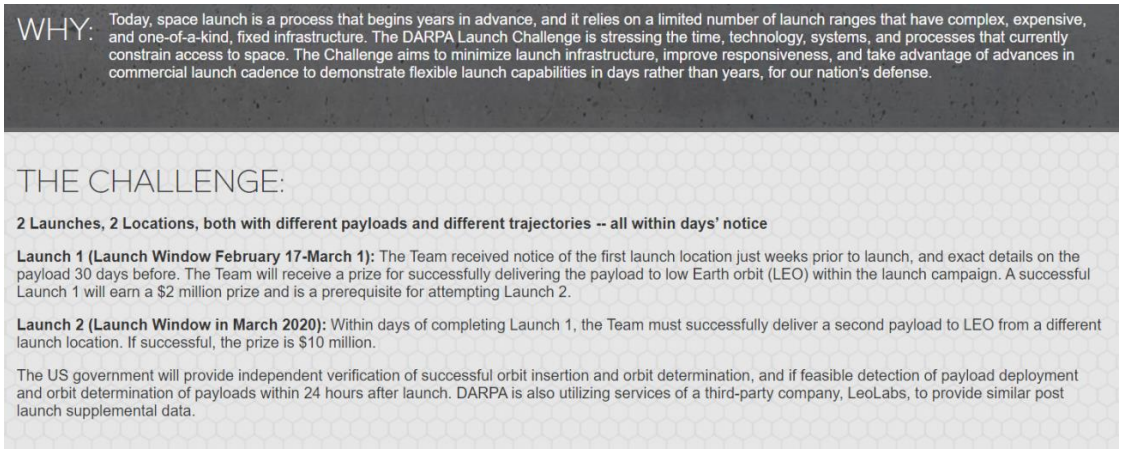
・既定の打ち上げ期間内に LEO(地球低軌道)に打ち上げる。

・成功すると、賞金 200 万ドル獲得

Launch2

・Launch1 の完了から既定の期間以内に、独立した別の射場から 2 番目のペイロードを LEO に打ち上げる。（現在は一部ルールが変わり、同じ射場の別の打ち上げパッドからの打ち上げという内容になっています。）

・成功すると、賞金 1000 万ドル獲得



チャレンジの概要 Credit : The DARPA Launch Challenge

今回のチャレンジには、50 社以上が応募し、18 社が予選通過。ファイナリストには 3 社が選ばれました。しかし、ファイナリストの一つの Virgin Orbit はプロジェクトから辞退し、もう一つのファイナリストの Vector は破産したため、Astra が唯一のファイナリストとなっています。

チャレンジの意図 Credit : The DARPA Launch Challenge

Launch1 のペイロードは、

・南フロリダ大学が開発した 2 つの Cubesat

・ロスアラモス国立研究所が開発した国防総省の CubeSat

の合計 3 機です。

Launch2 のペイロードはまだ発表されていません。

Launch1 の打ち上げは早ければ 3 月 2 日、Launch2 の打ち上げは、3 月 18 日から 3 月 31 日の間が予定されています。

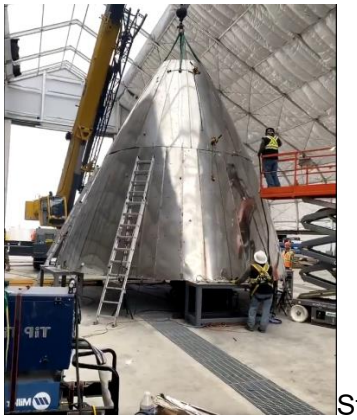
新興のロケットベンチャーである Astra がこの過酷なチャレンジを見事達成すると、資金だけでなく、自社の技術力を世界に発信することにも成功します。

今回のチャレンジからは、目が離せません！

SpaceX が、Starship のプロトタイプの耐圧試験に失敗

SpaceX は 2 月 28 日にテキサス州ボカ・チカの開発施設にて、同社が開発中の新型宇宙船 Starship SN1 の耐圧テストを実施しましたが、失敗に終わりました。

Starship は昨年 11 月にも耐圧テストの失敗を経験しており、その時のプロトタイプモデルである Starship MK1 に改良を重ねたものが今回の Starship SN1(serial number の略)でしたが、同じ結果となってしまいました。



Starship SN1 の先端部分 Credit : Elon Musk Twitter

上記の画像にあるロケットで言うとノーズコーンに当たる、Starship の先端部分は、Elon 氏が Starship の主要部品の中で最も難易度が高いと言及している部分です。

今回の試験は、液体窒素(LN2)を用いて Starship の強度を評価する低温耐圧試験でした。Starship は有人宇宙船であるため、強度は非常に大事な項目となっています。今後更なる改良を重ねていくと思われます。

また、Elon 氏は、Starship SN2 以降は屋内で製造することを検討しているといった内容を個人のツイッターで発信していました。Starship で使用されているステンレス鋼(SUS301)のアーク溶接は風による影響を受ける可能性があり、ボカ・チカでは強風が吹き荒れる時があることが懸念点のようです。

ロケット開発会社として前人未踏の記録を打ち立ててきた SpaceX ですが、新しいチャレンジに失敗はつきものです。それに、現在の Starship はプロトタイプの段階ですので、失敗を経験し不十分な点を洗い出すことは今後の成功のために避けては通れません。

日本人の前澤氏が搭乗予定の Starship。今後の更なる改良に期待です！

Starship SN1 の破裂の様子

Credit : NASA Spaceflight youtube

https://news.biglobe.ne.jp/entertainment/0228/tvg_200228_4605745568.html

宇宙旅行は実現するのか！？ ジャスティン・ビーバーやレオナルド・ディカプリオはすでに宇宙行きのチケットを購入済

2 月 28 日（金）18 時 38 分　tvgroove

ジャスティン・ビーバーと、レオナルド・ディカプリオ

米宇宙旅行会社「ヴァージン・ギャラクティック」は、民間向けの宇宙旅行企画「ワン・スモール・ステップ（小さな一歩）」のプロモーションをスタートした。米フォーブス誌が伝えている。

「ワン・スモール・ステップ」は、参加希望者がまず 1000 ドル(約 11 万円)を保証金として入金、オンライン登録をすることで次のチケット販売の際に購入希望者リストに加わることができるというシステムだ。なお、この 1000 ドルは払い戻し可能である。これまでの 6 ヶ月間で、すでに 8,000 人以上が登録を行なっており、最初のフライトの 600 席はすでにソールドアウトしている。

さらに、チケット購入者は次のステップである「ワン・ジャイアント・リープ（大きな飛躍）」に進むことができる。ジャスティン・ビーバーやレオナルド・ディカプリオはすでにこちらに名を連ねており、ヴァージン・ギャラクティック社の創始者であるリチャード・ブランドン氏もすでに最初のフライトへの参加を表明している。

昨年、ヴァージン・ギャラクティック社はアメリカにあるロケット打ち上げ施設の出発ラウンジを公開した。宇宙旅行者が利用するためのものだ。なお、この宇宙旅行は 90 分間の弾道飛行を予定している。

我々が夢に描いていた宇宙旅行の実現がいよいよ迫ってきている。そして、民間向け宇宙旅行を企画しているのはヴァージン・ギャラクティック社だけではない。Amazon の創始者、ジェフ・ベゾス氏が立ち上げた「ブルー・オリジン・スペース・カンパニー」も、今年中に友人宇宙船「ニュー・シェパード」のテスト飛行を予定している。

さらに、「テスラ社」の CEO イーロン・マスク氏が創設した宇宙旅行会社「スペース X」は、2023 年までに日本の実業家前澤友作氏を月旅行へ招待すること、2025 年までに宇宙にホテルを作り、ゲストを迎え入れることを表明している。

また、ヴァージン・ギャラクティック社は唯一の上場企業であり、最初のチケットは 250,000 ドル(2 億 8000 万円)で販売された。他の 3 社も、最初の商業宇宙旅行を実現すべく争っているところだが、経済的負担も大きい。ヴァージン・ギャラクティック社は昨年の利益を 380 万ドルとした一方、損失は 2 億 1100 万ドルだったと公表した。しかし、過去 12 ヶ月間で宇宙旅行への需要が 2 倍に増えているとした。先週、スペース X 社は有人飛行船「クルー・ドラゴン宇宙船」を発表した。宇宙旅行を巡る各社の競争はますます激化しそうだ。そして民間の宇宙旅行が果たして本当に成功するのかどうかも今後注目である。

http://www.isas.jaxa.jp/topics/002334.html　　2020 年 2 月 27 日

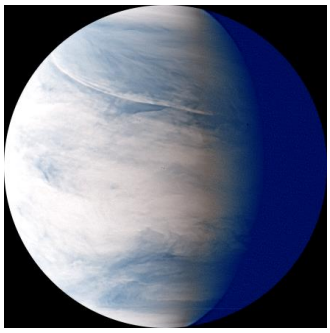
金星大気の熱構造

概要

地球の双子星とも呼ばれる金星ですが、その大気や気候は地球とは全く異なっています。これまで金星大気の温度構造はごく限られた場所でしか測定されておらず、そのために金星大気で起こっている様々な現象や雲の構造を理解するのが難しい状況でした。安藤紘基（京都産業大学）率いる研究チームは、金星探査機「あかつき」を用い、世界で初めて金星の高度 40km から高度 85km における気温の高度分布を全球的に取得することに成功しました。その結果、高緯度ほど大気が不安定な領域が広がっており、地球の大気構造と真逆の傾向であることが明らかになりました。大気が不安定だと、垂直方向に発達した雲が発生します。金星では極域で最も分厚いことが知られていますが、その原因は高緯度領域での大気の不安定性が原因かもしれません。

本研究では金星の大気の全球的なデータを均一に取得しています。今後、金星の大気で起こる現象を理解するための数値モデルを構築するときや、数値モデルにより観測結果を解釈するときにも、本研究チームにより得られたデータは良いリファレンスとして大いに利用されると期待されます。

本研究成果は、2020 年 2 月 26 日発行の、Scientific Reports に掲載されました。



(c) PLANET-C Project

本文

金星は地球の双子星と呼ばれるほど、その質量や大きさが地球と同じくらいの惑星です。しかし、金星と地球の大気や気候は全く異なっています。金星大気の成分は主に二酸化炭素です。そのため金星では温暖化が進んでおり、金星地表の気温は約 460℃、気圧は 90 気圧にも達します。金星の雲の主成分は濃硫酸で、金星全体は濃硫酸の雲に覆われています。さらに、金星では、自転スピードの 60 倍もの速さで大気が回転しています。これはスーパーローテーションと呼ばれる現象で、なぜこのような大気の高速運動が起こっているのかは判っていません。太陽系の中で、地球と隣り合った公転軌道をもち、惑星そのものの質量や大きさが同程度であるにもかかわらず、地球と金星では気候や大気の状態がなぜこれほど違うのか、このことを明らかにするためには、金星の大気を調べ、理解することが必要です。また、他の惑星の大気やそこで起こる現象と地球を比較することで、地球の大気をより深く理解すること

にもつながります。
金星探査機「あかつき」は金星大気のデータを集め、金星大気で起こる様々な現象を理解することを目的に打ち上げられた、いわば金星の気象衛星です。

図１のように異なる観測波長で金星を観察すると、金星大気の様々な高度の情報を得ることができます。撮像観測装置（カメラ）による観測は、特定の高度（主に雲頂辺り）における大気の水平構造を明らかにするのが得意です。撮像観測によって、金星大気の大規模な弓状模様や極域のＳ字構造など、特定の高度で見た雲の構造が見つかっています。しかし、水平方向の情報だけでは大気を理解することはできません。地球の場合もそうであるように、大気が高さ方向にどのような構造になっているかを知ることは、金星の大気の変化を明らかにするために重要な情報です。また、地球では地形が大気の変化や雲の発生に影響していることも知られています。金星でも地形によって大気が影響を受けているのかを明らかにするためには、雲の下の大気も調べる必要があります。
特に大気の温度分布は雲の発生や雲の変化を知るために重要な情報をもたらしてくれます。そのため、惑星大気や気象現象を理解するために不可欠なデータです。しかし、金星には分厚い雲があるため、観測波長を変えたとしても撮像観測で雲の中や下を観測することが困難です。これまでにもプローブや着陸機を用いた観測によって気温の高度分布が測定されています。ただし、これまでのデータは、ある特定の地点における観測であり、観測数も少なく、緯度 60 度より高緯度のデータはありませんでした。金星大気を理解するためには、全球的な気温分布が必要でした。
安藤紘基（京都産業大学）率いる研究チームは、電波掩蔽観測データを用いて金星大気の高度方向気温分布を調べました。

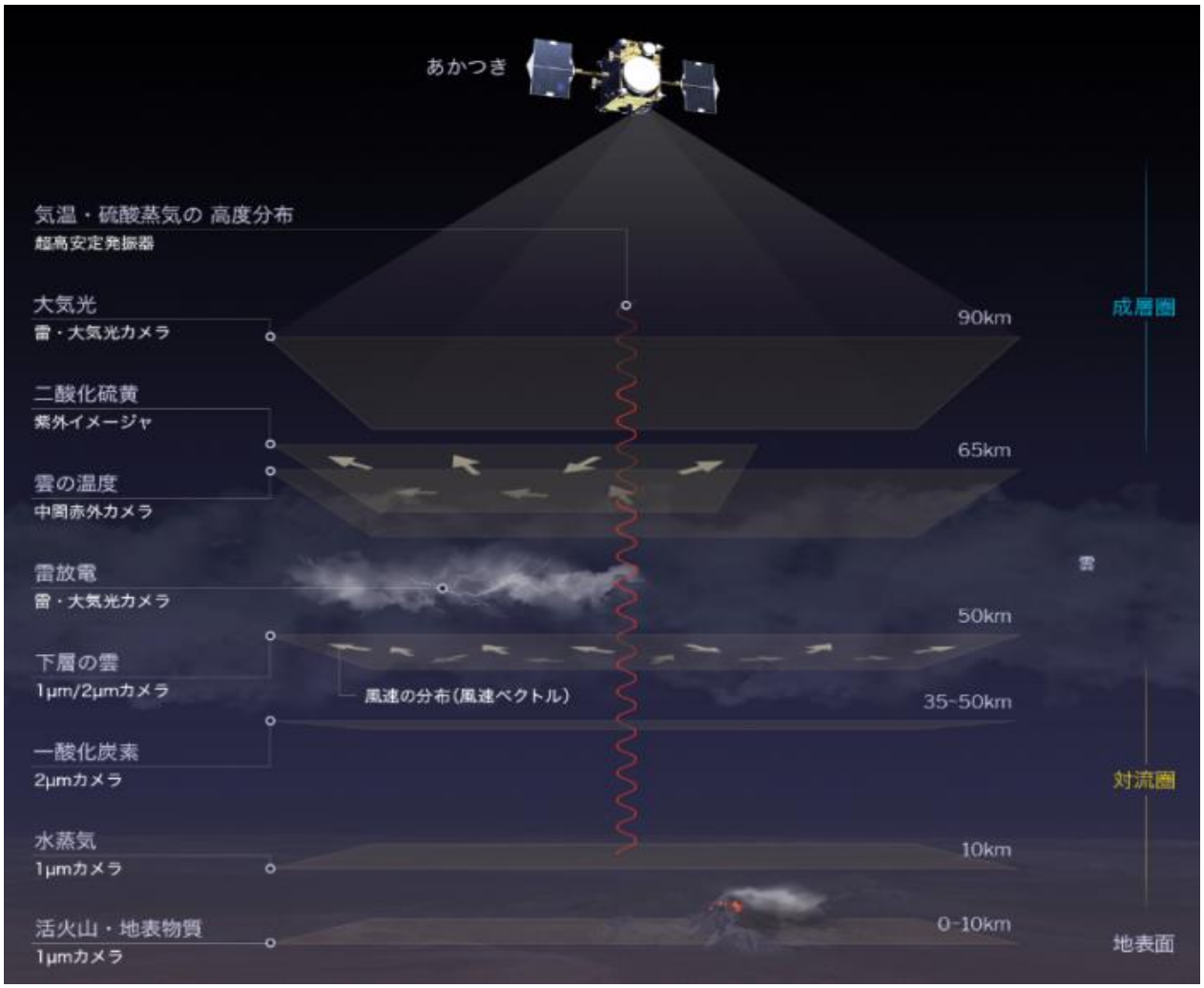


図１：「あかつき」による観測の概念図

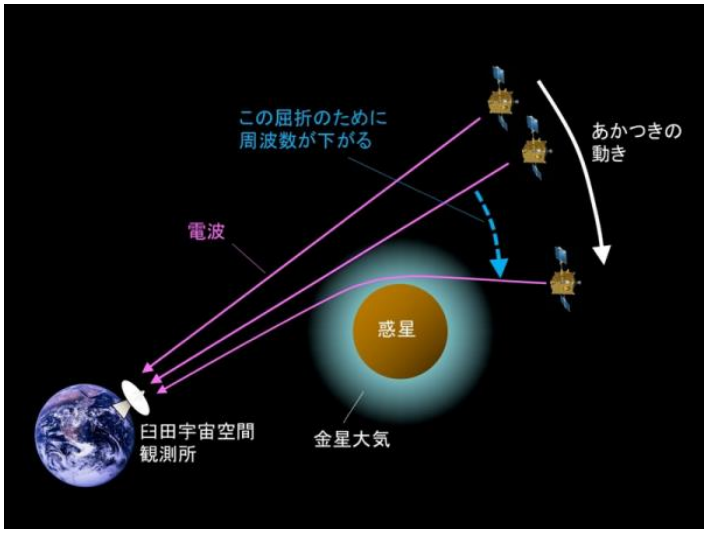


図２：電波掩蔽観測の概念図　(c) PLANET-C Project

電波掩蔽観測とは、地上から見て探査機が惑星の背後に隠れるとき、または背後から現れるときに探査機から電波を発し、地上のアンテナ（受信機）で電波を受けたときの周波数変化から、惑星大気の気温を測定する手法です。探査機から送信された電波は、探査機の軌道運動と通過した大気の屈折によって周波数が変化します。探査機の軌道運動は電波掩蔽観測とは独立なデータがあります。一方、大気の屈折率は大気の温度によって変化するため、電波の周波数変化によって大気の温度が推測できるのです。

さらに、探査機は軌道上を動いているので、違う時刻に探査機から送信された電波は金星大気の違う場所を通過して地球に届きます。すなわち、違う場所（具体的には高度）の大気の温度を見積もることができるのです。

研究チームは、Venus Express と「あかつき」の電波掩蔽観測データを利用して、雲層の下となる高度 40km から高度 85km における気温の高度分布を全球的に取得することに成功しました。

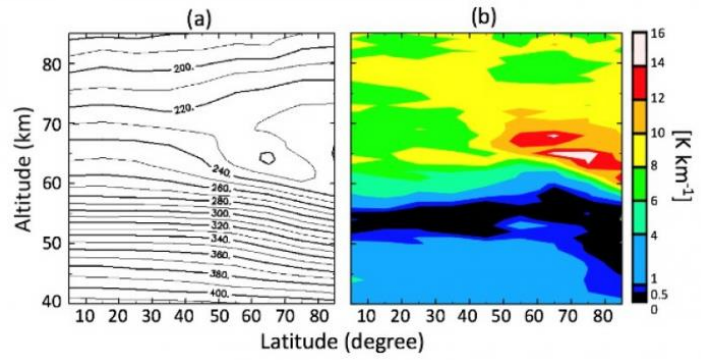


図３：電波掩蔽観測によって得られた気温の緯度ー高度分布（パネル a）と大気安定度の緯度-高度分布（パネル b）

図 3a は、本研究で得られた気温の緯度-高度分布です。高度 60km より低い領域では温度は緯度とともに単調に下がっていることがわかります。逆に、高度 60km より上空では温度は緯度とともに上昇しています。また、緯度 65 度付近に局所的に冷たい領域が存在していることがわかります。過去のデータがある場所について、本研究で得られたデータは過去の観測結果と整合していることが確認できました。

図 3b は観測結果から見積もった大気安定度です。大気安定度が低いと上昇気流や下降気流が発生し、積雲や積乱雲のように垂直方向に発達した雲が生じます。大気安定度は気流の動きやどのような雲が発達するかを知るために重要な指標なのです。さて、大気安定度を調べた結果、緯度 70 度よりも低緯度では、高度 50−55km では大気安定度が低く、高度 55km より上空では高安定、逆に、高度 50km より下では弱安定です。このような特徴は、1961 年と 1984 年に行われた Venera 探査機や 1978 年から 1992 年まで観測を行った Pioneer Venus で実施された観測結果と一致しました。本研究で観測した領域では、金星大気は長年にわたって構造を維持していることを示しています。

一方、緯度 70 度よりも高緯度では、大気安定度の低い領域が高度 40km まで広がっていることがわかります。つまり、金星の高緯度上空では、大気の不安定な領域が低緯度よりも広く存在しているのです。このことは本研究によって初めて明らかになりました。地球では大気安定度の低い領域は赤道上空が最も広く、高緯度に行くに従い大気安定度の低い領域は狭くなります。つまり金星と地球は大気安定度という観点から見ると、真逆の傾向を持っています。極域で大気安定度が低い領域が広がっているということは、そこで強い上下方向の大気の運動が発生していることを示唆しています。このような大気の垂直方向の運動は、下層から水蒸気や硫酸蒸気などの雲の材料となる物質を速やかに上空に運び、分厚い雲の生成や維持につながっている可能性があります。実際、金星の雲は極域で最も分厚いことが観測的に示されています。

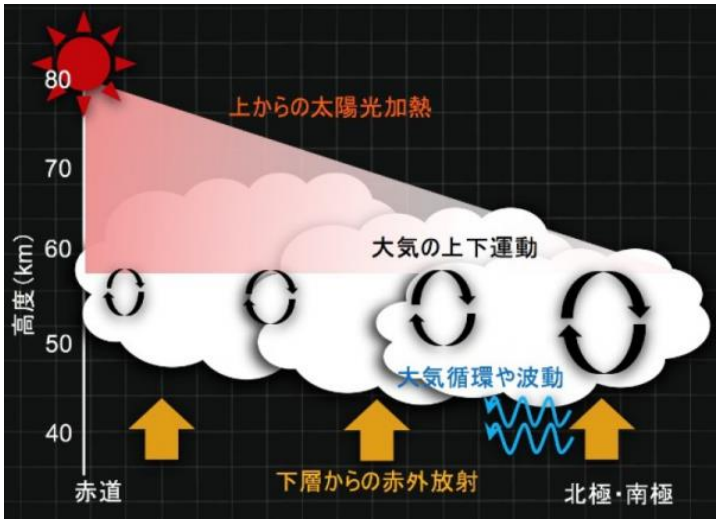


図４：金星の大気安定度の緯度分布の概念図　(c)京都産業大学

本研究で得られた気温や大気安定度の分布は、新しい金星標準大気(VIRA, Venus International Reference Atmosphere)の構築に重要なデータを提供します。従来の VIRA は、プローブや着陸機による、わずか数回の直接観測データに基づいて作られました。本研究では全球的に均一なデータを取得しているため、より信頼性が高く、不定性が低いデータです。金星の大気で起こる現象を理解するための数値モデルを構築するときや、数値モデルにより観測結果を解釈するときにも、本研究成果は良いリファレンスとして大いに利用されると期待されます。

参考 URL:　http://akatsuki.isas.jaxa.jp/topics/news/001237.html

論文情報

タイトル： Thermal structure of the Venusian atmosphere from the sub-cloud region to the mesosphere as observed by radio occultation

著者： 安藤 紘基，高木 征弘，佐川 英夫（京都産業大学）　今村 剛（東京大学）　杉本 憲彦（慶應義塾大学）　松田 佳久（東京学芸大学）　Silvia Tellmann，Martin Pätzold（ケルン大学）　Bernd Häusler（ミュンヘン連邦軍大学）　Raj Kumar Choudhary, Maria Antonita（インド宇宙研究機関）

掲載誌： 英国科学誌 Scientific Reports オンライン版

発行年月： 2020 年 2 月 26 日

DOI： 10.1038/s41598-020-59278-8

関連リンク

金星探査史上初めての快挙！「あかつき」を用いて金星の全球的な大気構造を解明（京都産業大学）