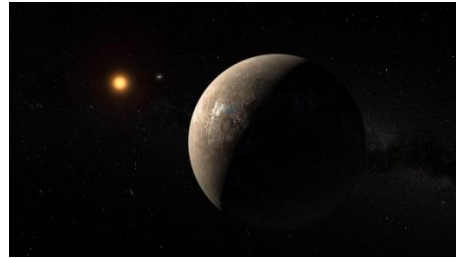


人類由来だった可能性大。“宇宙人探し”プロジェクトで見つかった信号の分析結果が発表される

2021-11-01 [松村武宏](#)



【▲ パークス天文台の 64m 電波望遠鏡 (Credit: S.Amy, CSIRO)】

【▲ 系外惑星「プロキシマ・ケンタウリ b」を描いた想像図 (Credit: ESO)】

昨年暮れから今年初めにかけて、地球外知的生命体探査 (SETI: search for extraterrestrial intelligence) プロジェクト「ブレイクスルー・リッスン」が赤色矮星「プロキシマ・ケンタウリ」の方向から人類のものではない電波信号を検出した可能性があるとして話題になりました。プロキシマ・ケンタウリは「ケンタウルス座」の方向およそ 4.2 光年先にある太陽に最も近い恒星で、これまでに 2 つの太陽系外惑星が見つかっています。

今回、「BLC-1」(Breakthrough Listen Candidate 1) と呼ばれるこの信号に関する詳細な分析結果が 2 つの研究グループから発表されました。発表によると、BLC-1 は地球外文明につながるものではなく、人類の文明活動に由来する地上で生成された電波の干渉だった可能性が高いようです。

■アンテナがプロキシマ・ケンタウリを向いていない時も含めて同じ特徴を持つ信号が複数検出されていた研究グループによると、BLC-1 はオーストラリアのパークス天文台にある 64m 電波望遠鏡によって 2019 年 4 月 29 日に取得された、プロキシマ・ケンタウリ方面の観測データに含まれていました。信号は 982.002571MHz を中心とした針のように鋭く狭い範囲の周波数帯で、約 2.5 時間に渡って検出されたといいます。

関連: [謎の電波信号の正体は？ “宇宙人探し”プロジェクトが発見した信号の分析が進行中](#)

ブレイクスルー・リッスンでは、電波による地球外知的生命体探査を「干し草の山から針を探すようなもの」と表現しています。ここでいう「針」とは地球外知的生命体の技術的兆候 (テクノシグネチャー) となる信号で、「干し草の山」は人類の文明活動に由来する信号です。現代の人類はさまざまな周波数帯の電波を活用した文明活動を営んでいるため、観測データには人類由来の信号が大量に含まれてしまうのです。

BLC-1 が含まれていた観測データの場合、雑音を取り除いた後に残った分析対象となる信号の数は実に 417 万 2702 件に上るといいます。このような大量の「干し草」の中から存在も定かではない「針」を探し出すために、ブレイクスルー・リッスンでは 2 つの基準を設けて信号をふるいにかけています。

1 つ目の基準は「地球の自転にともなうドップラーシフト (ドップラー効果) が信号に現れている」こと。電波の発信源が地球の外にあって、受信装置が地球上にある場合、発信源と受信装置は地球の自転にあわせて周期的に近づいたり遠ざかったりします。すると、救急車のサイレン音が近づいてくる時は本来よりも高く、遠ざかる時は本来よりも低く聞こえるのと同じように、電波信号の周波数はわずかに高くなったり低くなったりといった変化を示します。

2 つ目の基準は単純明快で「アンテナを探索対象に向けている時には検出できて、向けていない時には検出できない信号である」こと。信号の発信源が地球外の天体にある場合、アンテナが別の方向を向いている時には信号を検出できないはずですが、しかし、信号が地上の発信源による電波の干渉であれば、アンテナがどこを向いても検出できてしまいます。

ヒルズデール大学の Shane Smithさんを筆頭とする第 1 の研究グループによると、1 つ目の基準として信号の発

信源が系外惑星「プロキシマ・ケンタウリ b」(※)の表面にあると仮定し、予想されるドップラーシフトに適合する信号を研究グループが拾い出したところ、分析対象の数は400万件以上から5160件まで絞り込まれました。ここに2つ目の基準を適用したところ、たった1件だけ分析対象が残りしました。これこそが前述のBLC-1だったのです。 ※...質量は地球の約1.3倍、公転周期は約11日で、プロキシマ・ケンタウリのハビタブルゾーンを周回しているとみられる。とはいえ、「プロキシマ・ケンタウリ b から送信されたかもしれない電波信号が検出された」からといって、ただちに「地球外文明に由来する電波信号だ」と結論することはできません。2つの基準をくぐり抜けた人類由来の電波干渉である可能性も含めて、より詳細な分析が必要です。

そこで、カリフォルニア大学バークレー校のSofia Sheikhさんを筆頭とする第2の研究グループは、他の時間帯で取得されたものを含めて観測データを洗い直しました。すると、BLC-1と同じ特徴を示す信号が60件ほど見つかったといいます。新たに見つかった信号は、2つ目の基準「アンテナを探索対象に向けている時だけ検出できる」を満たしておらず、プロキシマ・ケンタウリとは別の方向を向いている時にも検出されていました。

また、信号は一定の周波数間隔を空けてデータに記録されており、Sheikhさんは多くの電子機器で一般的に使われている発振器の高調波に対応しているように見えると指摘します。このことは、検出された信号が人類の作り出した機器に由来する電波干渉であることを示唆するといいます。発信源を特定するには至らなかったものの、Sheikhさんは「これらの信号は望遠鏡の近くで生成された人類由来のものであると自信を持って言うことができます」と語ります。なお、ブレイクスルー・リッスンのもとで観測を行っているパークス天文台では、過去にも施設内の電子レンジに起因する電波の干渉が捉えられていたことがあります。今回も地球外知的生命体の発見につながる信号ではありませんでしたが、BLC-1が人類の文明活動に由来する電波干渉である可能性の高さは、今年初めの段階ですでに複数の研究者から指摘されていました。

ブレイクスルー・リッスンを含む複数の地球外知的生命体探索プロジェクトを進める「ブレイクスルー・イニシアチブ」を創設した資産家のYuri Milnerさんは「今回の結果の意義は、地球外文明の探索が今や成熟した厳正なる実験科学の一分野であることを示したところにあります」とコメントしています。

関連：[地球外文明探索に大気汚染物質の二酸化窒素が利用できるかもしれない](#)

Image Credit: S.Amy, CSIRO Source: [ブレイクスルー・イニシアチブ](#) 文／松村武宏

https://news.biglobe.ne.jp/trend/1031/kpa_211031_7525455609.html

「我々はここにいるよ」と呼んでいる？47日間で1652回的高速電波バーストを放つ天体が発見

10月31日（日）20時0分 [カラパイア](#)



credit:UC Berkeley



credit:Danielle Futselaar

宇宙では数ミリ秒で激しい電波パルスが突発的に放出されており、この謎めいた現象は、「高速電波バースト(FRB)」と呼ばれている。そして最近、20年から正式に運用が開始された中国の巨大電波望遠鏡「天眼」によって、とんでもなくエネルギッシュな高速電波バーストが確認された。

それは単一の発生源でありながら、47 日間で 1652 回ものバーストを繰り返していた。まるで「私たちはここにいるよ！早く探し出して！」と叫んでいるかのようである。

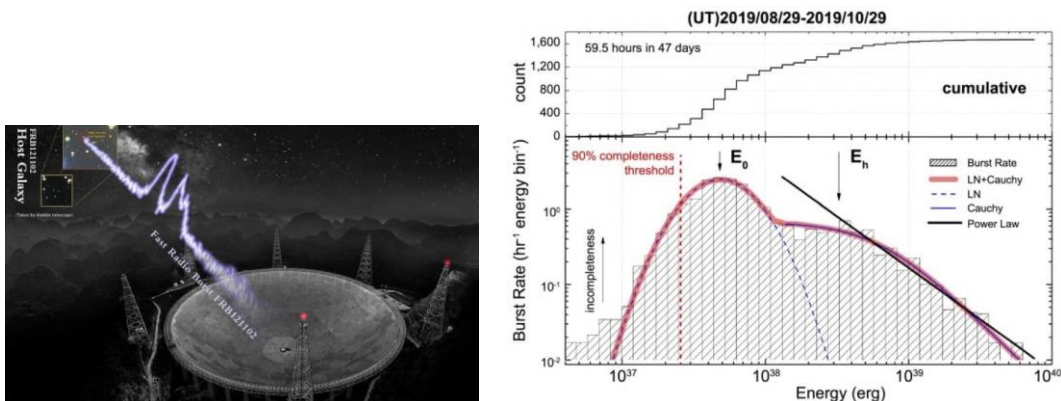
・天文学最大のミステリーの1つ「高速電波バースト (FRB)」

「高速電波バースト (FRB)」とは、不意に星空で観測される一瞬の電波パルスのことだ。数ミリ秒というごく一瞬で、太陽 1 年分のエネルギーが放出され、現代天文学における最大のミステリーの 1 つとされている。その発生源については、「[マグネター](#)」(強力な磁力を帯びた中性子星)、「[ブラックホール](#)」、ビッグバンの名残である「[宇宙ひも](#)」などのほか、「地球外知的生命体 (宇宙人) からの通信」などという説まである。

大抵の場合、FRB は 1 か所からたった 1 度しか観測されないが、まれに「リピーター」と呼ばれる繰り返しバーストする発生源もある。これについては人工的なものである可能性も否定できないので、宇宙人起源説はとても魅力的な仮説となっている。・「FRB 121102」が 47 日間で 1652 回ものバーストを発生

12 年に発見された「[FRB 121102](#)」もそうしたリピーターの 1 つだ。30 億光年離れた矮小銀河が発生源で、規則的なスパンで繰り返しバーストを放つ。初めて発見されたリピーターで、初めて場所が特定された FRB でもある。これまでの観測によって、67 日間の休眠フェーズと 90 日間の活動フェーズでなる [157 日の周期](#)を持つことが明らかにされてきた。だが中国科学院の研究グループが、500 メートル球面電波望遠鏡「天眼」の試運転でえらえたデータを分析したところ、FRB 121102 が荒ぶっていたことが明らかになったのだ。『[Nature](#)』

(21 年 10 月 13 日付) に掲載された研究によると、19 年 8 月 29 日からの 47 日間にわたり、計 59.5 時間、1652 回ものバーストが検出されたという。この間、バーストの頻度は一定ではなかったが、ピーク時には 122 回のバーストが記録された。これは単一の FRB のものとしては最高記録だ。



credit:NAOC

credit:NAOC

・一体何が？凄まじいエネルギーを放つ「FRB 121102」

このデータに基づくと、1.25GHz のピークエネルギーは、48 濁 (!) エルグ。つまり 48 の下にゼロが 36 個つく！！エネルギーの総量はマグネターから発生するものの 3.8% に達しており、また 1 ミリ秒から 1000 秒のスパンでは規則性が見られないという。さらにバーストのエネルギー分布を見てみると、山が 2 つあるようなカーブを描いていた。山の一方である強いパルスは一貫していたが、もう一方の弱いパルスは不規則だった。

・「FRB 121102」の正体は？

これらのことから、FRB 121102 の正体についていくつか推測できることがある。

1 つは、周期性がない (あるいは準周期的である) ことから、単一の回転するコンパクト天体である線は疑わしいこと。つまりブラックホールや中性子星が発生源である可能性は低い。

2 つは、バーストの発生頻度が高いことから、高エネルギーや人工的なメカニズムは考えにくいということ。残念ながら、宇宙人が起源である可能性も低いようだ。なお、FRB 121102 は、発生頻度が非常に高いので (1 時間のうちに何度も起きる)、その周期を探る研究はやりやすいそうだ。

最近では、天眼を使った「CRAFTS プロジェクト」でさらに 6 つの FRB が検出されたという。そのうち 1 つは、FRB 121102 のようなりピーターであるそうだ。これまで謎のヴェールに包まれてきた高速電波バースト

だが、巨大電波望遠鏡の登場で、その解明が一気に進みそうな予感がする。

References:[Over A Thousand Cosmic Explosions in 47 days Detected by FAST---Chinese Academy of Sciences/](#)

written by hiroching / edited by parumo

関連記事（外部サイト）

[またしても...宇宙の深淵から高速電波バーストを 13 回確認。その謎に迫れるかも。（カナダ研究）](#)

[深まる宇宙の謎。深宇宙から地球へ発せられていた「高速電波バースト」の 1 つが消失、その理由は？](#)

[深宇宙から発せられる謎の電波放射現象「高速電波バースト」に 157 日の周期があることが判明（英研究）](#)

[高速電波バーストの発生源をついに特定、その正体はガンマ線を放射する中性子星](#)

[宇宙で検出された数百もの謎の電波現象「高速電波バースト」のマップが公開される](#)



https://news.biglobe.ne.jp/trend/1104/kpa_211104_1339780613.html

宇宙で栽培した唐辛子を使った「スペース・タコス」が完成！NASA の宇宙飛行士

がおいしくいただく

11 月 4 日（木）15 時 0 分 [カラパイア](#)



image credit:[Megan McArthur/Twitter](#)

ISS（国際宇宙ステーション）ではかねてから、宇宙空間で野菜を栽培し収穫する実験「Plant Habitat-04」が行われている。これは、将来的に宇宙で自給自足できる環境を作り上げるための長期ミッションで、宇宙飛行士たちは、今年 7 月から 48 個のニューメキシコ州原産の赤と青の唐辛子（ハッチ・チリペッパー）の種を栽培してきた。それが 10 月末に無事に育って収穫されたようだ。その唐辛子を使ったタコスを作った様子が Twitter に投稿された。将来宇宙に移住する時代が訪れた場合、辛いものが好きな人にとっては朗報かもしれない。

・国際宇宙ステーションで唐辛子を栽培、収穫し宇宙タコスを作る 10 月 29 日、宇宙飛行士のメーガン・マックアーサーさんは、ISS で収穫された唐辛子を使って、スペースタコスを作ったことを Twitter でシェアした。



[Megan McArthur@Astro Megan](#)

Friday Feasting! After the harvest, we got to taste red and green chile. Then we filled out surveys (got to have the

data!). Finally, I made my best space tacos yet: fajita beef, rehydrated tomatoes & artichokes, and HATCH CHILE!



引用ツイート



ISS Research @ISS_Research · 10 月 29 日

Happy pepper picking day aboard the @Space_Station! Today @Astro_Sabot gets the honor of harvesting the station's first crop of chile peppers as a part of the Plant Habitat-04 study, one of the most challenging station plant experiments to date. <https://go.nasa.gov/3Blfg04>

午前 5:56 · 2021 年 10 月 30 日 · [Twitter Web App](#)

金曜のごちそうです！収穫後、赤と緑の唐辛子を味わうことができました。

調査のデータ記入もしました。これまでで、最高の“宇宙タコス”です。

・スパイスが効いた宇宙タコス、お味も最高

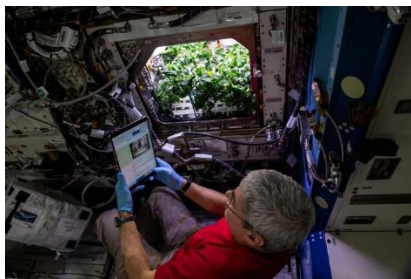
ニューメキシコ州で栽培されるハッチ・チリペッパーの種は、スペース X 社による 22 回目の商用補給サービスミッションによって、今年の 6 月に ISS に届けられた。48 個の種は 7 月から栽培されてきたが、4 か月かけてようやく成長し、収穫となったのだ。ファヒータビーフに、この唐辛子とトマト、アーティチョークを加えて作ったタコスは、普段限られた食事をしている乗組員にとっては、ピリリときいたスパイスで、まさにごちそうになったようだ。・ISS では食材栽培収穫実験が続行中

From harvesting chile peppers to retiring a science facility that has been operating on

[@Space Station](#)

for more than a decade, it's been a science-filled week for the station crew! Learn more:

<https://go.nasa.gov/3GBCfba>



[International Space Station](#) さん和他 3 人

午前 6:57 · 2021 年 10 月 30 日 · [Twitter Web App](#)

NASA は、月と火星への長期ミッションでの食料確保に向けて、国際宇宙ステーション（ISS）に搭乗する宇宙飛行士が、地球上の野菜を栽培する食材栽培収穫実験「Plant Habitat-04」というプロジェクトを実施している。

唐辛子は、栄養価が高く、探査に向かう宇宙飛行士にとって最適な食材のひとつであり、ISS では Advanced Plant Habitat（APH）という家庭用オーブンレンジほどの大きさの装置で栽培されているという。

過去にも既に、乗組員はレタスや白菜、ケールを栽培してきたが、唐辛子は発芽と成長時間が長いため、ISS で最も複雑な植物実験の 1 つとなったようだ。

[@ISS Research](#) in space today is helping us get humans to Mars. Here's how:

http://nasa.gov/mission_pages/station/research/news/iss_helps_get_to_mars... #NASAMarsDay

午前 1:41 · 2016 年 8 月 19 日 · [Twitter Web Client](#)

唐辛子の栽培実験については現在も進行中だが、NASA は声明で次のように述べている。

調査には、宇宙での植物と微生物の相互作用の理解を深めるための分析と、宇宙栽培された初の唐辛子の風味や食感、栄養に関する宇宙飛行士の評価が含まれています。

Today's [@Space Station](#)

chile harvest is wrapping up! Coming later today: taste test time. The astronauts will fill out surveys about the taste of the peppers to provide scientists with data on the full space chile experience. <https://go.nasa.gov/3ei6jvH>

GIF 午前 2:48 · 2021 年 10 月 30 日 · [Twitter Web App](#)

宇宙飛行士の食事を魅力的でより栄養価の高いものに保つことを目指して実施されているこの実験では、今週

ISSに打ち上げる準備をしているクルー3の宇宙飛行士が、月の後半に2回目の収穫を行うことになるという。

地球に戻ると、ニューメキシコ州の人々は、通常緑の唐辛子を炎で焙煎し、皮をむいて調理する。赤い唐辛子は、乾燥させて使うのが一般的のようだ。ISSの乗組員には焙煎や乾燥といった選択肢はないが、今後あらゆる種類の生鮮食品を宇宙で味わえるようになることは、何よりの贅沢なごちそうと言えるだろう。

written by Scarlet / edited by parumo

<https://news.mynavi.jp/article/20211101-2174959/>

「アクシオン」がダークマターによって運動を始めるとする説を東北大が発表

2021/11/01 19:30 著者：波留久泉

東北大学は10月29日、超弦理論(超ひも理論)によって予言されている素粒子「アクシオン」がダークマターのエネルギーによって質量を得ることで運動を開始する機構を提唱し、結果として宇宙マイクロ波背景放射の偏光面が回転するという説を発表した。同成果は、東北大 大学院理学研究科の中川翔太大学院生、同・高橋史宜教授、東北大 学際科学フロンティア研究所の山田将樹助教らの研究チームによるもの。[詳細は、米国物理学専門誌「Physical Review Letters」に掲載された。](#)

宇宙最古の光である宇宙マイクロ波背景放射は、ビッグバンから約38万年後に起きた“宇宙の晴れ上がり”の瞬間に放たれた光とされている。欧州宇宙機関(ESA)が2009年に打ち上げたプランク衛星による宇宙マイクロ波背景放射の偏光データ解析の結果、2020年11月に偏光面が回転している兆候があるという標準宇宙論では説明のできない発見があったことが報告され、鏡に映す変換のような「パリティ対称性」を破る新しい効果が存在することが示唆された。宇宙マイクロ波背景放射の偏光面が一定の方向に回転しているということは、パリティ対称性が破れていることを意味するという。2020年11月の発見はまだ確定的なシグナルではないが、将来的に精度のよい偏光観測が行われることによって、より確かな情報が得られることが期待されている。

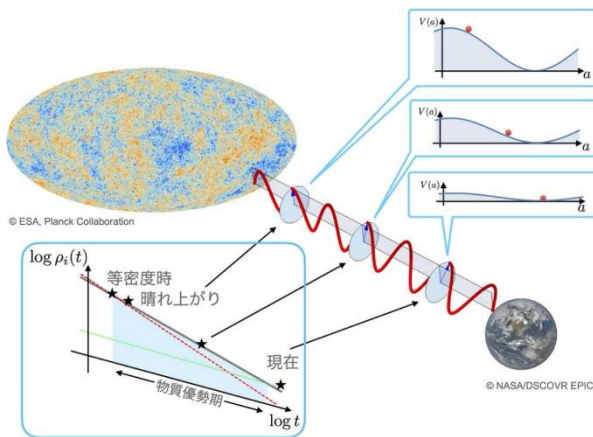
そして、このような効果を持つ未発見の素粒子として、「アクシオン」があり、宇宙の晴れ上がりの時期以降に運動を始め、この運動によって宇宙マイクロ波背景放射の偏光面が回転すると考えられている。しかし、アクシオンが運動を始めたのはなぜこの時期になってからなのか、という疑問は未解決のままだったという。

そこで研究チームは、アクシオンがなぜ宇宙の晴れ上がり以降、現在までという特別な時期に運動を始めたのかという理論的な疑問点があることを指摘し、それを解決する機構を提案することにしたとする。

注目したのは未知の物質であるダークマター。ダークマターの正体として、アクシオンもその候補の1つに挙げられている。ダークマターそのものを観測することは困難だが、重力レンズ効果など、ダークマターの重力がもたらす効果を用いることで、宇宙におけるおおよその存在量が間接的に見積もられ、現在の宇宙でも大量にあるとされている。また、そのエネルギー密度が宇宙論的に重要になる時期(物質優勢期)の始まりは、宇宙の晴れ上がりの時期と近いと考えられている。このことから、アクシオンがダークマターのエネルギーを通して運動を始めることができれば、必然的に宇宙マイクロ波背景放射の偏光面に影響を与えることが示されるという。

ただし、アクシオンがダークマターのエネルギーを通して質量を持つためには、それらの間に何らかの相互作用が必要になることから、今回の研究では、標準理論の4つの力(電磁力、強い力、弱い力、重力)に加えて、電磁力とよく似た未知の力が仮定され、その磁荷を持つ磁気単極子がダークマターとなるシナリオが着目された。

このとき、アクシオンが未知の力とも量子アノマリーを通して相互作用している場合には、ダークマターである磁気単極子のエネルギーを通して質量を持ち、物質優勢期になると運動を始めることが今回明らかにされたという。ダークマターと宇宙マイクロ波背景放射の偏光は一見するとまったく関係がないものだが、アクシオンという新粒子を通して密接に関係することになることから研究チームでは、将来、ダークマターの探査実験と宇宙マイクロ波背景放射の偏光観測の精度が高まることで、今回提案されたモデルの検証が進むことが期待されるとしている。

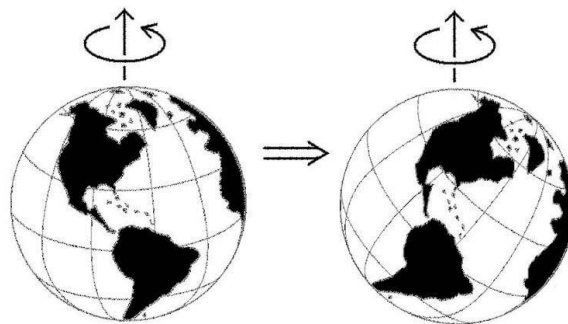


アキシオンの運動(右上図の赤点)に伴って、宇宙背景放射(左上図)の偏光面が回転していることを示す模式図。左下のグラフの各線はダークマターと物質(実線)、輻射(赤破線)、ダークエネルギー(緑点線)のエネルギー密度の時間発展が示されている。等密度時から現在に近い時期までダークマターと物質が優勢な時期になっており、その時期にアキシオンが運動する。宇宙の晴れ上がりは等密度時の直後に起こるため、宇宙背景放射の偏光面が必然的に回転するという (出所:東北大 Web サイト)

<https://sorae.info/astronomy/20211102-true-polar-wandering.html>

白亜紀後期の地球は表面が約 12 度回転する「真の極移動」を経験した可能性が高まる

2021-11-02 [松村武宏](#)



【▲ アポロ 11 号から撮影された地球 (Credit: NASA)】

【▲ 真の極移動の解説図。自転軸の傾きは変化せずに地球表面が回転するため (図の左→右)、場所によっては緯度が大きく変わることになる (Credit: USGS, Wikimedia Commons)】

中生代白亜紀のある時期に地球の表面が自転軸に対して回転し、そして元に戻そうとする力が働いたかのように揺り戻された。そんな可能性を示す研究成果が学術誌「ネイチャー・コミュニケーションズ」に掲載されています。中国科学院地質・地球物理研究所の Ross Mitchell さん、東京工業大学地球生命研究所／カリフォルニア工科大学の Joe Kirschvink さんなどが参加した国際研究グループによれば、当時の地球表面は自転軸に対して最大で約 12 度回転した可能性があるようです。

■地球表面が 800 万年の間に約 24 度回転した可能性、古地磁気データの分析結果が示す

地球の表面と自転軸が交わる場所は北極点および南極点と呼ばれていますが、これらの位置は不変ではなく、地質学的な長い時間をかけて少しずつ移動しています。実際には地球の表面が回転することで生じるこの現象は「真の極移動 (true polar wander)」と呼ばれていて、液体の外核を取り囲む固体の地殻やマントルにおける重量バランスが変化することで生じると考えられています (※)。

真の極移動で動くのは地殻やマントルであって自転軸の傾きは変わりませんが、地表に住む私たちからすれば極点が移動しているように見えるというわけです。研究グループによると、過去の地球では大規模な真の極移動が度々起きていた可能性がこれまでの研究で示されていて、研究者の間で数十年に渡って議論が交わされてきたと

いいです。

※...より短期間の現象では極点の位置が直径十数 m 程度の円を描くように地球表面が回転する「極運動 (polar motion)」が知られています。極運動は地球表面・大気の季節変化や約 430 日周期の変化 (チャンドラー揺動) などが合わさった複雑な動きを示します (参考: [Wikipedia](#))

研究グループは今回、約 8400 万年前の白亜紀後期に発生した可能性がある真の極移動を詳しく調べるために、イタリアにある白亜紀の石灰岩層から得られた古地磁気のデータを分析しました。1000 万年間隔の分解能で行われる一般的な古地磁気の研究であれば 100 のサンプルを集めるところ、研究グループは 100 万年間隔での高分解能の分析を行うために 1 桁多い 1000 以上のサンプルを集めたといいます。

研究グループによると、今までの研究では過去 1 億年以内に起きた真の極移動は特定されていなかったものの、今回の分析結果は約 8400 万年前に真の極移動が起きたことを明確に示していたといいます。冒頭でも触れたように、当時の地球表面は自転軸に対して約 12 度回転した可能性があるようです。東京工業大学は今回の成果について、過去に地球表面の回転が実際に起きたことを示す、これまでで最も説得力がある証拠を提示するものとしています。また、当時の古地磁気データは極点が「往復」するように移動した、つまり回転した地球表面が元に戻るよう逆方向へ回転したことを示しているといいます。研究グループによれば、地球表面は約 8600～7800 万年前にかけての 800 万年間に合計で約 24 度、100 万年あたり約 3 度のペースで回転したことが考えられるようです。現在の下部マントルの粘性率から算出された真の極移動のペースは 100 万年あたり約 2.4 度が上限だと推定されているといい、研究グループは当時のマントルの状態が現在とは異なっていたことが示唆されている可能性 (より高温で粘性率が低かったなど) に言及しています。

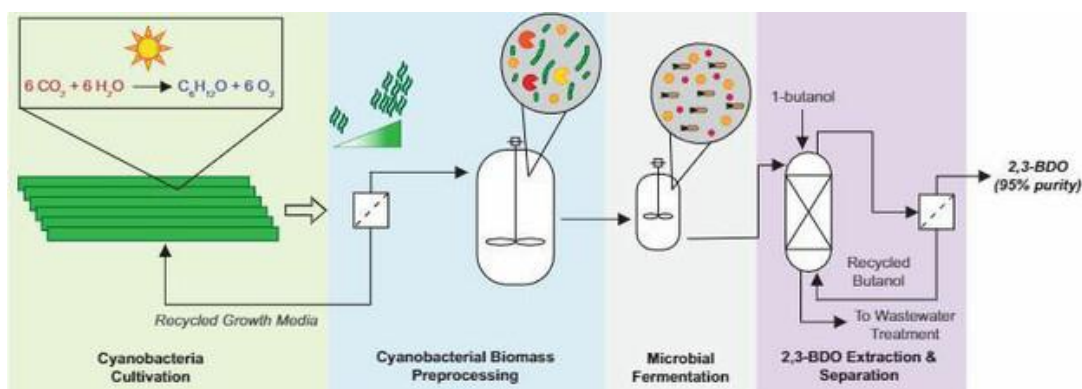
関連: [地球のコアには大量の水素が取り込まれている? 長年の謎に迫る研究成果](#)

Image Credit: NASA Source: [東京工業大学 / 論文](#) 文/松村武宏

<https://news.yahoo.co.jp/articles/31ac5f9305f42ab6ffc5851e9968571a66be6f6b>

火星への片道キップ問題を解決? 火星でロケット燃料を生成する方法を開発

11/6(土) 11:31 配信 [マイナビニュース](#)



[火星での bio-ISRU による「2,3-ブタンジオール」の生成方法\(出典:NatureCommunications\)](#)

火星の話題は尽きない。例えば、イーロンマスクは、2026 年までに人類を火星へ送り込む、そんな計画も報じられている。 [【画像】火星での bio-ISRU を活用したバイオリアクターのイメージ\(出典:ジョージア工科大学\)](#) しかし、火星へ到着したとしても [片道切符](#)。地球へと帰るための燃料がない、そんな話もある。そこで解決策を提案するのが [ジョージア工科大学](#)。今回は、そんなジョージア工科大学の火星でのロケット燃料の話題について紹介したいと思う。ジョージア工科大学の火星ロケット燃料の構想とは? 繰り返しになるが、火星へと人類が送り込まれる計画は期待もあるが、地球への帰還はどうなるのか、人類は火星でどのように生命を維持するのかな

ど正直課題もあるだろう。今回は生命維持活動ではなく、火星からの輸送機についてフォーカスしたい。現在、火星から打ち上げられるロケットの燃料は、メタンと液体酸素を燃料とすることが検討されているという。このメタンと液体酸素を地球から輸送するとすれば、両方の燃料で 30t 運ぶ必要があるといい、約 80 億ドルのコストがかかるというのだ。この解決策の 1 つとして、アメリカ航空宇宙局(NASA)は火星の大気の大部分を占める [CO2](#) から化学触媒作用を使うことで、液体酸素を製造する提案をしている。しかし、メタンは、火星では製造できず、地球から輸送する必要があるというのだ。このメタン製造の代替策として、ジョージア工科大学は、次のような提案をしている。それは、バイオテクノロジーを活用した「bio-ISRU(biotechnology based in situ resource utilization)」という方法で、「2,3-ブタンジオール」を生成する方法。「2,3-ブタンジオール」は炭素数 4 の 2 価アルコールでロケット燃料として活用できるという。まずシアノバクテリアを、光合成によりリアクター内で成長させる。別のリアクター内で酵素がシアノバクテリアを糖に分解。それを大腸菌に供することで、「2,3-ブタンジオール」が生成されるというもの。このリアクターの大きさは、サッカー場 4 面もある巨大なもの。ジョージア工科大学はさらにこの「2,3-ブタンジオール」を生成するための生物学および材料学的な視点で最適化を図っているという。もしシアノバクテリアの成長スピードを加速できれば、このサッカー場 4 面もの面積は不要となり、地球からのバイオリアクターを整備するための物資輸送は大幅にコスト削減になる。また、シアノバクテリアは、紫外線に弱いため、火星での太陽光スペクトルについて詳細は不明だが、このあたりの研究も必要とのことだ。いかがだっただろうか。先日、第 49 回の近未来テクノロジー見聞録「CO2 と水からお酒を作る Air Company! この技術で目指すのは火星!」にて Air company が、CO2 からお酒(アルコール)を作る技術を応用して、火星の大気の主成分である CO2 から燃料や砂糖を作ることを計画していることを紹介した。今回のジョージア工科大学の話題も類似性がある。地球では[カーボンニュートラル](#)に関連した CO2 をさまざまなプロダクトに変える取り組みもあり、この背景もあってか、火星での CO2 に関する構想が続々と発表されている。もちろん、イーロンマスクという超強力な[インフルエンサー](#)の影響もあるだろう。

齊田興哉 さいだともや 2004 年東北大学大学院工学研究科を修了、工学博士。同年、宇宙航空研究開発機構(JAXA)に入社し、2 機の人工衛星プロジェクトチームに配属。2012 年日本総合研究所に入社。官公庁、企業向けの宇宙ビジネスのコンサルティングに従事。現在は、コンサルティングと情報発信に注力。書籍に「宇宙ビジネス第三の波」、「図解入門業界研究 最新宇宙ビジネスの動向とカラクリがよ〜くわかる本」など。テレビ、新聞、Web サイト、セミナー・講演も多数。齊田興哉

<https://sorae.info/space/20211101-ingenuity.html>

NASA 火星ヘリコプター 14 回目の飛行実施、ローターの回転速度を高めた飛行に成功

2021-11-01 [松村武宏](#)



【▲ 14 回目の飛行で Ingenuity が撮影した火星表面の様子（モノクロ）。Ingenuity の影が写っている（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

▲Perseverance が撮影した Ingenuity による 3 回目の飛行の様子▲一旦撮影範囲の外に飛び去るが、戻ってきて同じ場所に着陸する様子が捉えられている（Credit: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS）

【▲ 2021 年 8 月 16 日に実施された 12 回目の飛行で Ingenuity が撮影した「South Seitah」と呼ばれる領域の

様子。現在 Perseverance はこの領域に入って探査活動を行っている（Credit: NASA/JPL-Caltech）】アメリカ航空宇宙局のジェット推進研究所（NASA/JPL）は現地時間 10 月 26 日、火星ヘリコプター「Ingenuity（インジェニユイティ）」による 14 回目の飛行が実施されたことを明らかにしました。

NASA の火星探査ミッションは今月前半に火星の「合（ごう）」にあわせてコマンド（指令データ）の送信が一時停止されており、今回の飛行は合にともなうコマンド送信の休止期間が明けてから初の飛行となります（火星の合にともなうコマンドの送信中断について、詳しくは以下の関連記事をご覧ください）。

関連：[NASA が火星探査機・探査車へのコマンド送信を 2 週間停止する予定、火星の「合」に備える](#)

Ingenuity は NASA の火星探査車「Perseverance（パーセベランス、パーサヴィアランス）」に搭載されて 2021 年 2 月に火星のジェゼロ・クレーターへ着陸し、2021 年 4 月には史上初となる地球以外の天体における航空機の制御された動力飛行に成功しました。

機体の重量は 1.8kg と軽く、長さ 1.2m のカーボンファイバー製ローター（二重反転式）を搭載。その上には太陽電池が備わっていて、バッテリーを充電することで飛行実験を繰り返すことが可能です。地球と火星の通信には分単位のタイムラグが生じるため、Ingenuity は事前に Perseverance 経由で送信されたコマンドに従って自律的に飛行するように作られています。今回の飛行はローターの回転速度を毎分 2700 回に高めるテスト飛行のような位置付け（従来は毎分 2537 回）で、2021 年 10 月 24 日に実施。飛行時間は 23 秒間と短いものでした。この間に Ingenuity は高度 5m まで上昇し、近くの砂紋を避けるため水平に 2m 移動しています。

JPL によると、ジェゼロ・クレーターでは季節の変化にともなって大気の空気密度が低くなるシーズンに入りつつあります。Ingenuity はもともと着陸から数か月間で 5 回のテスト飛行を行う予定だったものの、実際には着陸から 8 か月が経ってもミッションを続けることができます。過去の飛行時における現地の空気密度は地球の海面高度の 1.2～1.5 パーセント程度だったものの、今後は 1.0 パーセント程度まで下がる可能性があり、ローターが生み出す推力の余裕が少なくなることが予想されるといいます。

そこで、Ingenuity の運用チームはローターの回転速度を高めることで、推力の余裕を保つことを慎重に試みています。9 月 16 日には火星表面に留まったままでローターの回転を毎分 2800 回まで高めることに成功。その 2 日後の 9 月 18 日には毎分 2700 回でのテスト飛行が行われる予定でしたが、ローターブレードのピッチ角（迎え角）を制御するサーボモーターの一部で異常な震動が検知されたことで自動的に中断されていました。その後、NASA の火星ミッションは合にともなうコマンド送信の休止期間に入ったため、テスト飛行の再開も休止期間の後にずれ込む形となったのです。

当初は 1 回、できれば 3～4 回の飛行成功が期待されていたという Ingenuity は、火星探査における航空機運用の可能性を実証するという段階を超え、Perseverance の探査に役立てるための画像を実際に撮影する段階に入っています。より厳しくなる条件下での飛行に挑戦する Ingenuity のミッションはまだまだ続きそうです。

関連：[NASA 火星探査車 Perseverance が 2 本目の岩石サンプル採取、地下水が長期間存在した可能性も示される](#)
Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

<https://wired.jp/2021/11/01/jupiters-great-red-spot-extends-deep-into-the-gas-giant/>

木星の“眼”のような大赤斑、その驚きの「深さ」が観測から明らかに



PHOTOGRAPH BY NASA

木星の“眼”のような大赤斑、その驚きの「深さ」が観測から明らかに

太陽系最大の惑星である木星に渦巻く“眼”のような大赤斑。これが実は薄い層ではなく、木星の大気の 500km 近く奥まであることが、米航空宇宙局（NASA）の探査機「ジュノー」の観測データから明らかになった。

[NATURE](#) 2021.11.01 MON 17:00 TEXT BY RAMIN SKIBBA [WIRED\(US\)](#)

[木星](#)を象徴する渦巻く“眼”であり、地球をすっぽり呑み込めるほど大きく止まることのない嵐でもある大赤斑。そこには、まだまだ驚きの事実があった。遠く離れた位置から木星の深部を調べていた[科学者](#)らは、この[宇宙](#)サイクロンが巨大なガス惑星である木星の大気の 300 マイル（約 480km）ほど奥まで延びていることを発見したのである。20 年ぶりに木星を周回している米航空宇宙局（NASA）の探査機「ジュノー」に搭載された高感度の観測機器によって、天文学者らは重力とマイクロ波を測定。大赤斑がこれまで考えられていたより深部まで達しており、より複雑な構造をしていることを発見した。詳細は 10 月 28 日（米国時間）に学術論文誌『[Science](#)』に[掲載されている](#)。「木星の深部を初めてのぞき込むことができたのです」と、カリフォルニア州サンアントニオにあるサウスウエスト研究所の宇宙物理学者のスコット・ボルトンは語る。ジュノーによるミッションの主任研究員でもあるボルトンは、今回発表された 2 本の論文のうち 1 本の著者だ。「大赤斑を横から見るとパンケーキのようですが、このパンケーキはもっと薄いだろうと予想していました」

ジュノーの観測から見えてきたこと

地球の周辺に存在する惑星のなかで最大の木星と比べて、ジュノーはスクールバスよりほんの少し大きい程度と極めて小さい。10,000 マイル（約 16,000km）をわずかに超える高度で 2016 年から木星を周回しており、小さいとはいえ「重力科学」の実験に必要なツールをはじめとする数々の最先端技術を備えている。

木星は密度が均一ではないことから、木星の重力のわずかな変動を通して渦巻く内部の様子を探ることができる。ジュノーには無線トランスポンダー（中継機）が搭載されており、NASA のディープスペースネットワークへと信号を送る。ディープスペースネットワークは地球上に複数のアンテナをもっており、さまざまな惑星間の宇宙ミッションをサポートしている。[Nature](#)

[木星の「巨大な赤斑」を探査機が間近で捉えた—画像データを NASA が公開](#)

無線トランスポンダーが送った信号が返ってきたときに周波数がわずかに変化していれば、それは（飛行している木星の特定の場所で重力がより強かったり弱かったりしているので）探査機の速度が変化したことを意味する。これは NASA の人工衛星「GRACE」が地球の地下水の枯渇を測定する際と似た概念である。

「摂動はごくわずかで、1 秒間に 10 マイクロメートル程度です。この機器でこれだけの精度が得られるのはすごいことです」と、カリフォルニア州パサデナにある NASA ジェット推進研究所のジュノーの科学者で、重力測定に焦点を当てたもうひとつの新たな研究の著者であるマルツィア・パリージは言う。

こうして大赤斑の大部分が木星の大気の上層 200 マイル（約 320km）以内か 300 マイル（約 480km）以内に存在することを、パリージらは発見した。これは小さな数字ではない。もしこのような嵐が地球上で発生したら、その高さは地表と国際宇宙ステーションの高度差よりも大きくなることだろう。

予想していなかった発見

木星の大気の活動を、天文学者は地球の天気と比べることが多い。その場合、大赤斑は史上最大のハリケーンやサイクロンにたとえることができる（厳密はこの巨大な嵐は反時計回りに回転しているので、科学者らはこれをアンチサイクロンと呼ぶ）。しかし、地球の天候は下に海や陸地が介在していてサイクロンが壊れることもあるが、木星は下のほうまでガスで覆われている。地球上では「サイクロンが永遠に続くとは思えません」と、パリージは言う。大赤斑は何世紀も続いていると、天文学者らは考えている。

木星の気象層がどうなっているのか科学者たちにはよくわからなかったが、水分が凝縮できて太陽光が透過できる層である大気の最上部に限られるだろうと考える人もいた。ところが、実際にはそうではなかった。

「大赤斑が何であれ、水の雲が形成されるはずの場所よりも深部まで広がっています。わたしにとっては、これがジュノー・ミッション最大の驚きであり、最も予想していなかったことでした」と、パサデナにあるカリフォ

ルニア工科大学の惑星科学者で、今回の研究には参加しなかったデヴィッド・スティーヴンソンは語る。

木星の大気に対する見方を一変

この発見はジュノーに搭載されているもうひとつの機器、マイクロ波放射計によってもたらされた。ほかの探査機の写真からでも地表の様子を垣間見ることはできるが、6つの波長の異なるマイクロ波を測定することで表面を突き抜け、その下のさまざまな深さにある雲の層のスナップショットを撮影できる。タマネギの皮を上から6枚むくようなものだ。ボルトンは、この機器を電子レンジにたとえる。食品に含まれる水分子がマイクロ波を吸収することで、電子レンジは水分を利用して加熱しているからだ。木星は複数の波長のマイクロ波を放射しており、その一部は大気中の水とアンモニアに吸収される。しかし、大気圏の外へ出て探査機に検出されるものもある。科学者らが調べることでできる最も長い波長では、現時点で到達できる水とアンモニアの最も深い層の一部を感知しており、そこにも大赤斑の証拠を認めることができた。つまり、上のほうに比べれば密度も温度も低くなっているものの、最も深い層でもサイクロンの形を見ることができるのだ。この巨大な嵐には明らかに深い根があり、木星の内部と大気に何らかのつながりがあることがうかがえる。「このデータは巨大惑星の大気に対するわたしたちの見方を一変させるでしょう」と、ボルトンは言う。木星の複雑な大気の循環と力学を研究している理論物理学者は、木星の嵐がどのようにして形成されるのか解明に苦労するだろう。木星の嵐は地球上の最も極端な気象ともあまりにも異なっているからだ。「科学者としては謙虚な気持ちになりますが、予想外の新しい発見に携われることは喜びと言っていいでしょう。楽しみのひとつですし、そのために調べているのです」と、ボルトンは言う。

<https://sorae.info/astronomy/20211104-venus.html>

やはり古代の金星には「海」は存在しなかった可能性が判明

2021-11-04 [飯銅 重幸](#)



【▲ 1974年にマリナー10号によって撮影された金星の画像。※コントラストを高めに調整（Credit: NASA/Jet Propulsion Laboratory-Caltech）】

スイスのジュネーヴ大学は10月13日、ジュネーヴ大学サイエンス学部天文学科の研究者マーティン・ターベットさん率いる研究チームが、洗練された3D全球気候モデルを使って、古代の金星にはやはり海は存在しなかった可能性があることを明らかにしたと発表しました。

金星は地球によく似ています。地球と同じ岩石惑星で、大きさは地球とほぼ同じ、質量は地球の8割ほど、厚い大気を持っています。そのため地球の兄弟星と呼ばれています。

しかし、その環境は地球とは全く異なっていてまるで地獄のようです。大気の主成分は二酸化炭素で、地表での気圧は90気圧ほど、地表付近の気温は460℃ほど、20kmほどにもなる硫酸の雲で覆われています。まさに地獄です。しかし、近年の研究によって、数十億年前の古代の金星は海が存在し温暖な気候だった可能性があることが指摘されてきました。そこで、研究チームは、地球の気候の研究などに使われる、洗練された3D全球気候モデル（three-dimensional global climate model）を初めて使って、40億年以上前に金星が形成されたときからの、このとき金星はまだマグマオーシャンに覆われていましたが、金星の気候をシミュレーションしました。すると、気温が高すぎるために、大気中の水蒸気は、雨滴になることができず、その結果、海は形成されることが解り

ました。研究チームによれば、これは主に金星の夜側で形成された雲が、あたかも毛布のような働きをし、非常に強力な温室効果を発揮するために、これまで考えられていたよりも金星が冷えるスピードが遅くなるためだ、といいます。ただ、研究チームによれば、どちらの見解が正しいかは、理論的なモデルを使ったコンピュータ上のシミュレーションだけでは結論を出すことはできず、決着は、今後実施される ESA や NASA による「DAVINCI+」などの金星探査ミッションによる実際の観測データに待たなければならないそうです。

Image Credit: NASA/Jet Propulsion Laboratory-Caltech

Source: [ジュネーヴ大学プレスリリース／論文](#) 文／飯銅重幸（はんどうしげゆき）

<https://sorae.info/astronomy/20211031-halloween.html>

漆黒の宇宙にぎらつく目。2021 年のハロウィンを祝うハッブルの画像が公開される

2021-10-31 [松村武宏](#)



【▲ 赤色巨星「しし座 CW 星」とその周辺（Credit: ESA/Hubble & NASA, T. Ueta, H. Kim）】

こちらは「しし座」の方向およそ 400 光年先にある赤色巨星「しし座 CW 星」（CW Leonis）とその周辺の様子。欧州宇宙機関（ESA）やアメリカの宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）ではハロウィンにちなんで、煙の向こう側からこちらをじっと見つめるオレンジ色の目にたとえています。

赤色巨星は、太陽のような比較的軽い恒星が進化した晩年の姿です。恒星の中心部では水素の核融合反応が起きていて、そのエネルギーによって恒星は内側から支えられています。やがて中心の水素が枯渇して恒星が自重で収縮し始めると、今度は中心部の周囲で水素の核融合が起こるようになり、恒星の外層が大きく膨張した赤色巨星の段階へ進むと考えられています。赤色巨星は外層からガスや塵を大量に放出し、幾つかの段階を経て最終的には中心部だけが白色矮星として残るとみられています。画像に写る同心円状に層を成した雲は、しし座 CW 星自身が放出したガスや塵でできているのです。しし座 CW 星は「炭素星」（carbon star）の一つとしてよく研究された星でもあります。炭素星とは、大気に炭素が豊富に含まれている明るい赤色巨星のこと。この炭素は星の内部で核融合によって生成されたもので、塵として放出された後に新たな星を作り出す材料の一部となります。私たち地球の生命を形作る元素の一つである炭素も、かつてこの宇宙で輝いていた恒星が生み出したものなのです。画像をよく見ると、しし座 CW 星を取り囲むガスと塵の雲に向かって、中心から何本かの光の筋が伸びていることがわかります。ESA によると、しし座 CW 星を包み込む塵の層に隙間が生じているために、そこから漏れた星の光がサーチライトのように遠く離れた場所の塵を照らしているのではないかと考えられているといいます。この光は宇宙の尺度からすればきわめて短い 15 年という期間で明るさが変わる様子が観測されているといいますが、これほどの短期間で明るさが変化する正確な理由はまだ解明されていないようです。

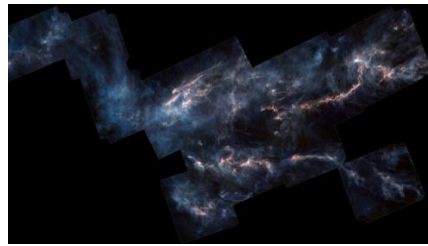
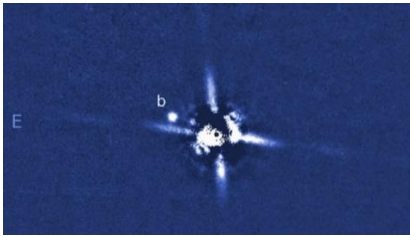
冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3（WFC3）」による可視光線と赤外線の観測データから作成されたもので、2021 年のハロウィンを祝う画像として ESA と STScI から 2021 年 10 月 28 日付で公開されています。関連：[今も昔も美しい姿。ハッブルが撮影してきた棒渦巻銀河「NGC 2903」](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, T. Ueta, H. Kim Source: [STScI](#) / [ESA/Hubble](#) 文／松村武宏

マウナケア山頂の望遠鏡を用いて発見された「赤ちゃん」系外惑星 すばる望遠鏡

の快挙！

2021-11-01 [吉田 哲郎](#)



【▲ すばる望遠鏡の近赤外線分光撮像装置 IRCS と補償光学装置 AO188 によって捉えられた系外惑星「2M0437b」。母星の光はほぼ取り除かれており、十字のパターンは副鏡をささえるスパイダーの影響で見える人工的なものです (Credit: University of Hawaii)】

【▲ 系外惑星「2M0437b」と母星は、おうし座の分子雲と呼ばれる「星形成領域」にあります (Credit: NASA)】

【▲ 系外惑星「2M0437b」を観測するために用いられたマウナケア山頂のすばる望遠鏡 (左) とケックの望遠鏡 (右) (Credit: University of Hawaii)】

ハワイ大学 (University of Hawaii) と日本の自然科学研究機構アストロバイオロジーセンターの研究者を含む国際研究チームは、遠方の若い恒星の周りに、これまでに発見された中で最も若い太陽系外惑星の一つを発見しました。年齢はまだ 200~500 万年ほどで、これまで見つかった系外惑星の中で最も若く、約 46 億年の地球の年齢と比べると、生まれたての赤ちゃんのような惑星です。

太陽以外の恒星の周りには何千もの惑星 (系外惑星) が発見されていますが、今回の惑星は形成されたばかりで、直接観測できることが大きな特徴です。「2M0437b」と名付けられたこの惑星は、惑星がどのように形成され、時間とともに変化していくのかについての理解を深め、太陽系と地球の起源に新たな光を当てるのに役立つため、貴重な研究対象となっています。

「この偶然の発見は、望遠鏡で直接観測できる惑星のリストに追加されます」と、論文の筆頭著者であるハワイ大学マノア校地球科学部のエリック・ガイドス (Eric Gaidos) 教授は説明します。「この惑星からの光を分析することで、惑星の組成や、母星の周りに存在するガスや塵の円盤の中で、惑星がどのようにして形成されたのかを知ることができるでしょう」研究者たちは、この惑星は木星の数倍 (3~5 倍) の大きさであり、数百万年前、主要なハワイ諸島が最初に海上に出現した頃に、恒星と一緒に形成されたと推定しています。惑星は非常に若いので、その形成中に放出されたエネルギーによってまだ高温であり、キラウエア火山から噴出する溶岩と同様の温度を保っています。2018 年、「2M0437b」は、ハワイ大学天文学研究所の客員研究員である平野照幸氏 (現在は自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター/国立天文台ハワイ観測所) によってマウナケア山頂のすばる望遠鏡で初めて観測されました。ここ数年は、マウナケア山頂にある他の望遠鏡を使って注意深く研究されています。ガイドス氏と共同研究者たちは、同じマウナケア山頂にあるケック望遠鏡などを用いて、恒星が空を移動する際の位置を監視し、惑星「2M0437b」が、より遠くにある天体ではなく、恒星を周回する真の伴侶であることが確認されました。恒星はゆっくりと空を移動するため、観測には 3 年を要しました。

この惑星と母星は、地球から約 420 光年離れた、おうし座の分子雲と呼ばれる「星形成領域」にあり、惑星は恒星から約 100 天文単位 (地球と太陽の距離の約 100 倍) 離れているため観測が容易です。しかし、地球の大気による画像の歪みを補正するためには、高度な「補償光学」技術が必要です。

「今回の発見には、世界最大級の 2 台の望遠鏡、補償光学技術、そしてマウナケアの澄んだ空が必要でした」と、共著者であるマイケル・リユー (Michael Liu) 氏は語っています。「私たちは皆、このような発見が増え、将来の技

術と望遠鏡を使ってより詳細に研究することを楽しみにしています」

また、研究を主導した一人である平野照幸助教も「今後、すばる望遠鏡に加えて、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡などによるさらなる観測で惑星の大気などを調べ、生まれたての惑星がどのような性質を持っているのか明らかにしたいと考えています」と研究への展望と期待を語っています。

Image Credit: University of Hawaii、NASA

Source: [University of Hawaii](#)、[Subaru Telescope](#)、[アストロバイオロジーセンター](#) 文／吉田哲郎

<https://sorae.info/astrometry/20211105-extrasolar-planet.html>

太陽系外の岩石惑星は多様な性質を持つ？ 白色矮星に残された痕跡から推定

2021-11-05 [松村武宏](#)



【▲ 白色矮星を取り囲む岩石惑星の破片を描いた想像図（Credit: NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva）】

これまでに 4500 個以上が見つかっている太陽系外惑星のなかには、岩石を主体とする岩石惑星だと考えられているものが幾つもあります。地球のように生命の居住可能なハビタブルゾーンを公転しているとみられる岩石惑星も発見されているものの、その性質は地球とは大きく異なっているかもしれません。

カリフォルニア州立大学フレズノ校の地質学者 Keith Putirka さんと米国科学財団（NSF）国立光学・赤外天文学研究所（NOIRLab）の天文学者 Siyi Xu さんは、太陽に比較的近い白色矮星の大気から検出された痕跡をもとに岩石惑星の化学組成を推定した結果、そのほとんどが地球をはじめとした太陽系の岩石惑星とは異なる組成だったとする研究成果を発表しました。

■惑星を形作る岩石の種類は多様で岩石惑星の性質もそれぞれ異なる可能性

太陽のように比較的軽い恒星はその晩年に赤色巨星へ進化して外層から周囲へとガスを放出し、やがて中心部だけが残った白色矮星になると考えられています。白色矮星のサイズは地球と同じくらいですが、その前段階である赤色巨星の頃には元の恒星から大きく膨張するため、比較的星に近い軌道を公転していた惑星は破壊される可能性があります。地球も例外ではなく、太陽が赤色巨星へと進化する数十億年後には破壊されてしまうと予想されています。白色矮星は水素やヘリウムでできた大気を持ちますが、ここから別の元素が検出されることがあります。発表によると、これらの元素は破壊された後に白色矮星へ落下した岩石惑星や小惑星の残骸に由来するのではないかと考えられており、破壊される前の岩石惑星がどのような物質で構成されていたのかを理解することにつながると期待されています。そこで Putirka さんと Xu さんは、太陽から 650 光年以内の範囲にある 23 個の白色矮星の観測データを詳しく調べました。これらの白色矮星では、ハワイの W.M. ケック天文台の「ケック望遠鏡」や「ハッブル」宇宙望遠鏡などによるこれまでの観測によって、カルシウム・ケイ素・マグネシウム・鉄といった元素が正確に測定されていたといいます。検出された元素の存在量をもとに鉱物や岩石の組成を両氏が推定したところ、1 つのケースは地球に似ていたものの、大半のケースでは太陽系のどこにも見られない多様な種類の岩石で惑星が形成されていた可能性が示されたといいます。幾つかのケースでは推定された鉱物の組成が珍しかったため（※）、両氏は鉱物を分類するために新たな名前を考案する必要があったといいます。

これら白色矮星の大気からはマグネシウムが高いレベルで、ケイ素が低いレベルで検出されていることから、検出された元素は惑星内部の物質に由来する可能性が高いと両氏は考えています。Putirka さんは、白色矮星の大気

に関する過去の研究では大陸地殻の痕跡が報告されたことがあったものの、地殻の質量はマントルやコアも含めた惑星全体の質量と比べればわずかなものであるため、仮に地殻由来の岩石が存在していてもわからないだろうと語っています（岩石惑星に地殻が存在した可能性を否定するものではありません）。

※...発表によると地球（および太陽系の他の岩石惑星）のマントルでは「かんらん石」と「直方（斜方）輝石」が主要な鉱物であるものの、太陽系外の岩石惑星では「かんらん石」のかわりに「石英」が、あるいは「直方（斜方）輝石」のかわりに「ペリクレーズ（酸化マグネシウム）」が存在する可能性が白色矮星の観測データから示唆されるといいます。岩石の種類が異なると、岩石惑星の性質にはどのような違いが現れるのでしょうか。Putirka さんによれば、白色矮星の観測データから推定される岩石の幾つかは地球上の岩石よりも多くの水を含むことができるため、海洋の発達に影響する可能性があるといえます。また、一部の岩石は融点が低くて地球の岩石よりも厚い地殻が形成される可能性や、岩石によっては比較的脆いためにプレート運動が促される可能性もあるようです。恒星に近い軌道を公転する巨大ガス惑星「ホットジュピター」、地球と海王星の間くらいのサイズがある「スーパーアース」や「ミニネプチューン（サブネプチューン）」、深く広大な海に覆われた「ハイセアン」など、人類は太陽系の惑星とは異なるタイプの系外惑星の発見を通して惑星の多様性についての理解を深めてきました。天文学者と地質学者のペアが取り組んだ今回の成果は、地球に似ているように見える太陽系外の岩石惑星であっても、実際には多様な性質を持つ可能性を示しています。Xu さんは、白色矮星へ進化する前の恒星を周回していた岩石惑星は地球に似ているように見えたかもしれないものの、そのほとんどが私たちにとっては風変わりな岩石でできていたと推定され、直接比較できるものが太陽系には存在しないとコメントしています。

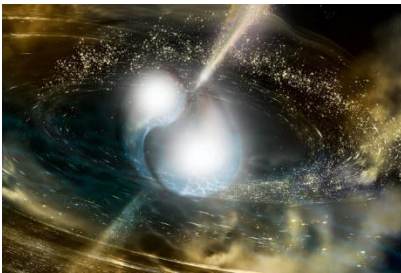
関連：[大気と海があり生命存在の可能性がある「系外惑星」の新しい分類が登場](#)

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

<https://sorae.info/astrometry/20211102-neutron-star.html>

中性子星の合体が宇宙の「金鉱」だった 中性子星とブラックホールの合体と比較

2021-11-02 [吉田 哲郎](#)



【▲ 新しい研究では、連星中性子星が、現在私たちが目にしている金やプラチナなどの重金属の宇宙的な供給源である可能性が高いことを示唆しています。（Credit: National Science Foundation/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet）】

わたしたちの身体や身の回りの物体、地球を構成している物質はすべて元素からできています。そして、その元素の起源は宇宙にあります。鉄までの軽い元素のほとんどは、星の中心部で作られます。恒星内部の高温により、核融合が促進され、徐々に重い元素が作られていきます。しかし、金やプラチナなどの貴金属を含む重金属（重元素）が、宇宙のどこでどのように作られたのか、まだまだ謎に満ちています。

関連：[ビッグバンや超新星爆発の名残があなたの身体にも？ 元素の起源](#)

星が核融合を起こす際には、陽子を融合させて重い元素を作るためのエネルギーが必要になります。星は、水素から鉄までの軽い元素を効率よく生産しています。しかし、陽子の数が 26 個を超えると（鉄を超えると）、エネルギー的に効率が悪くなります。つまり、金やプラチナのような重い元素を作ろうとすると、陽子を結合させる別の方法が必要になります。これまで科学者たちは、超新星爆発がその答えになるのではないかと考えてきまし

た。巨大な星が超新星爆発で崩壊するとき、その中心部にある鉄は軽い元素と結合して、より重い元素を生成すると考えられています。しかし、2017 年、アメリカとイタリアにある重力波観測所「LIGO」と「Virgo」が初めて検出した、連星中性子星の合体という有望な候補が確認されました。その合体は閃光を放ち、その閃光には重金属のサインが含まれていました。合体によってできた金の量は、地球の質量の数倍に相当します。超新星爆発に比べて、重元素の生成には連星中性子星の方が効率的であることが示されたのです。

しかし、中性子星の合体は、中性子星とブラックホールの衝突と比べてみるとどうなるのでしょうか？ 中性子星とブラックホールの衝突は、LIGO や Virgo で検出されている別のタイプの合体で、重金属の「工場」になる可能性があります。ブラックホールが中性子星を完全に飲み込んでしまう前に、ブラックホールが中性子星を崩壊させて重金属を噴出させることができるのではないかと考えられています。

マサチューセッツ工科大学 (MIT : Massachusetts Institute of Technology) とニューハンプシャー大学 (University of New Hampshire) の研究者が行った新しい研究によると、過去 25 億年の間に、中性子星とブラックホールの合体よりも、2つの中性子星の衝突である連星中性子星の合体で、より多くの重金属が生成されたと報告しています。研究チームは、それぞれのタイプの合体が生み出す金やその他の重金属の量を調べることにしました。分析の対象となったのは、LIGO と Virgo がこれまでに検出した 2つの連星中性子星の合体と、2つの中性子星とブラックホールの合体です。研究者たちはまず、それぞれの合体に含まれる各天体の質量と、ブラックホールの回転速度を推定しました。ブラックホールの質量が大きすぎたり、回転速度が遅すぎたりすると、重元素を生成する前に中性子星が飲み込まれてしまうからです。また、中性子星の破壊に対する抵抗力を調べました。抵抗力が強いほど、重元素を生み出す可能性は低くなります。さらに、LIGO や Virgo などの観測結果から、一方の合体が他方の合体に比べてどのくらいの頻度で起こるかを推定しました。

最後に、研究チームは数値シミュレーションを用いて、天体の質量、回転、破壊の度合い、発生率などの組み合わせを変えた場合に、それぞれの合体が生み出す金やその他の重金属の平均量を計算しました。

連星中性子星の合体では、中性子星とブラックホールの合体に比べて、平均して 2~100 倍の重金属が生成されることがわかったのです。今回の分析の対象となった 4つの合体は、過去 25 億年以内に起きたものと推定されています。つまり、少なくともこの期間では、中性子星とブラックホールの衝突よりも、連星中性子星の合体によって重元素が多く生成されていたと結論づけることができます。今後、LIGO と Virgo による観測が再開されれば、さらに多くの検出が行われ、各合体が重元素を生成する割合の推定値が向上すると期待されています。これにより、遠方にある銀河の年齢を、その銀河に含まれるさまざまな元素の量から推定できるようになるかもしれません。宇宙の「金鉱」は、新たな天文学的知見の「採掘場」としても期待されているようです。

この研究結果は、2021 年 10 月 25 日付けで「Astrophysical Journal Letters」誌に掲載されました。

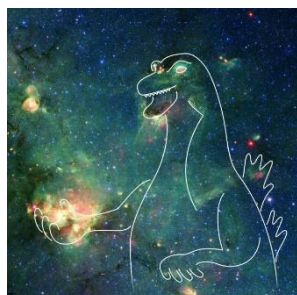
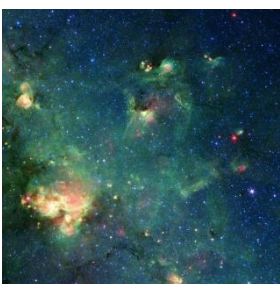
Image Credit: National Science Foundation/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet

Source: [MIT](#) / [論文](#) 文／吉田哲郎

<https://soraee.info/astromy/20211103-godzilla-nebula.html>

NASA が公開、宇宙望遠鏡が撮影した“あのモンスター”に似た星雲

2021-11-03 [松村武宏](#)



宇宙望遠鏡「スピッツァー」が撮影した星形成領域「W33」（左下）とその周辺（Credit: NASA/JPL-Caltech）

【▲ 冒頭の画像にゴジラの輪郭を描き足したもの（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

こちらは「いて座」の方向にある星雲を赤外線の波長で捉えた画像です。2020 年 1 月に運用を終えたアメリカ航空宇宙局（NASA）の赤外線宇宙望遠鏡「Spitzer（スピッツァー）」によって撮影されました。左下に見える明るい部分は巨大な星形成領域「W33」で、地球からはおよそ 7800 光年離れています。

赤外線は人の目には見えないので、画像は擬似的に着色されています。色は青とシアンが星から、緑が塵や有機分子から、赤が星からの放射や超新星爆発によって加熱された塵から放射された赤外線をそれぞれ示しているといえます。無数の星々（青）を覆い隠すように塵（緑）が広がる星雲のあちこちに、暖かい塵（赤）が集中している様子がわかります。NASA のジェット推進研究所（JPL）によると、ここではガスや塵を材料に数十億年に渡って数多くの星が形成されてきたといえます。誕生した星からの放射は星雲の形を変え、超新星爆発によって押し退けられたガスや塵は再び集まって次の世代の星を生み出します。このような星の誕生と死のサイクルが何度も繰り返されてきたのです。ところで、スピッツァーが捉えたこの星雲、皆さんは何に似ていると感じるでしょうか。月面の模様にもウサギを見出したように（カニや読書をする女性など文化や地域によって異なります）、人は天体の姿から別の何かを思い浮かべることがあります。銀河や星雲から「目」を連想することもあれば、相互作用する 2 つの銀河が「顔」に見えることもありますし、NASA 自身も観測衛星が捉えた太陽の画像を「ジャック・オ・ランタン」に似ていると紹介したことがあります。

関連 ・ [ハッピーハロウィン！ 宇宙の奥深くから見つめ返してくる...絶妙な配置の「顔」](#)

・ [ハロウィン記念！ どう見てもパンプキンな太陽画像をどうぞ](#)

スピッツァーの公開画像データの多くを処理してきたカリフォルニア工科大学の天文学者 Robert Hurtさんは、冒頭の画像から「ゴジラ」を見出したといえます。画像の中央上の部分が左を向いたゴジラの頭部で、左下の星形成領域 W33 はゴジラの右手にあたります。輪郭が描き足された次の画像を見てから冒頭の画像を改めて見ると、たしかにゴジラの顔のようにも見えます。皆さんはいかがでしょうか？

「モンスターを探していたわけではありませんでした」と語る Hurtさんはこの領域の画像を何度も目にしてきたものの、拡大して見たことはなかったといい、たまたま目に入った部分が咆哮するゴジラのと目と口に見えたのだといえます。天体の画像はそのままでも美しく興味深いものですが、その姿や状況から何かを思い浮かべてみるのもまた一つの楽しみ方と言えます。

冒頭の画像はスピッツァーによる「GLIMPSE」（Galactic Legacy Infrared Mid-Plane Survey Extraordinaire）というサーベイ観測プロジェクトの下で撮影されたもので、「Godzilla Nebula Imaged by Spitzer」（スピッツァーが撮像したゴジラ星雲）のタイトルで 2021 年 10 月 25 日付で公開されています。

関連： [巨大な星と周囲を取り巻く星雲の姿、ハッブルが撮影した「りゅうこつ座 AG 星」](#)

Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20211104-ngc6984.html>

ハッブルが撮影、相次いで超新星が観測された“インディアン座”の渦巻銀河

2021-11-04 [松村武宏](#)



【▲ 渦巻銀河「NGC 6984」（Credit: ESA/Hubble & NASA, D. Milisavljevic）】

こちらは南天の「インディアン座」の方向およそ2億光年先にある渦巻銀河「NGC 6984」です。中心部の明るい銀河バルジを取り巻く渦巻腕は、若く高温な星の青い輝きに満ちています。渦巻腕に点在する赤い輝きは若い星が放射した紫外線によって水素ガスが電離した HII 領域で、NGC 6984 のあちこちに新たな星を生み出す星形成領域が分布していることがわかります。

欧州宇宙機関（ESA）によると、NGC 6984 では2012年と2013年に相次いで超新星「SN 2012im」および「SN 2013ek」が観測されたことで研究者の注目を集めました。超新星のタイプは先に起きた SN 2012im が「Ic 型」、SN 2013ek が「Ib 型」とみられています。Ib 型と Ic 型の超新星は、どちらも水素の外層を（Ic 型はヘリウムの層も含めてより多くの物質を）失った大質量星の中心部が重力崩壊することで起こると考えられています。

ESAによれば、2つの超新星は宇宙の尺度からすれば事実上同じ場所・同じタイミングで発生した別々の超新星でした。これほど近い場所で1年以内に同じクラスの超新星が2つ独立して起きる可能性は非常に低いとされており、2つの超新星が何らかの形で物理的に関連しているのではないかと推測されているといいます。

冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ3（WFC3）」による可視光線・近赤外線・紫外線の観測データから作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚「Cosmic Fireworks」として ESA から2021年11月1日付で公開されています。なお、NGC 6984 は超新星 SN 2013ek が輝いていた2013年にもハッブル宇宙望遠鏡によって観測されています。ESAによると、ハッブルの観測データは研究者が2つの超新星の関連性を見出す上での助けになることが期待されており、連星の生涯についての重要な手がかりを得ることにつながるかもしれないとのことです。



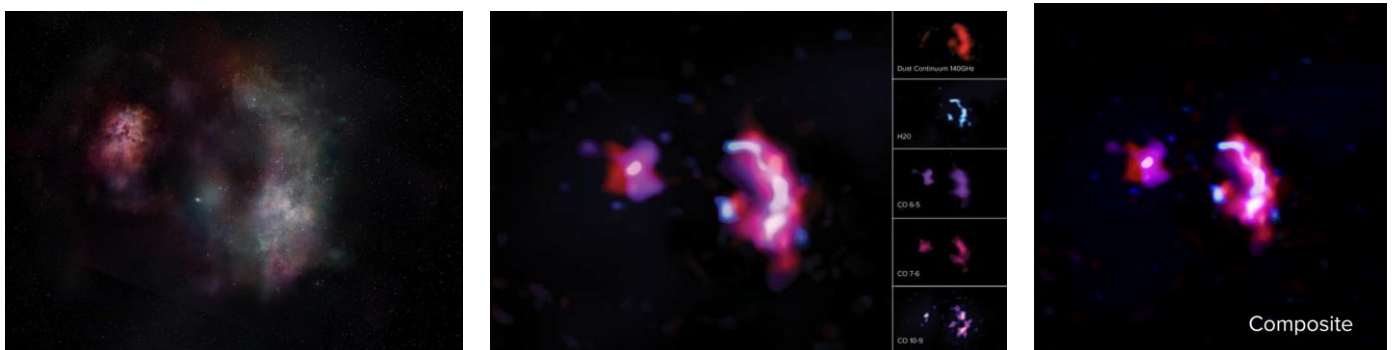
【▲2013年にハッブル宇宙望遠鏡が撮影した NGC 6984。銀河の中心から見て右上（2時の方向）で超新星 SN 2013ek が輝いている（Credit: ESA/Hubble & NASA）】

関連：[今も昔も美しい姿。ハッブルが撮影してきた棒渦巻銀河「NGC 2903」](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, D. Milisavljevic Source: [ESA/Hubble](#) 文／松村武宏

https://news.biglobe.ne.jp/trend/1106/kpa_211106_3701823425.html

宇宙で最も遠い場所で水を発見 11月6日（土）20時0分 [カラパイア](#)



銀河「SPT0311-58」のイメージ図 image credit:ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/S.Dagnello (NRAO)

ALMA で観測した SPT0311-58 の分子線と塵の連続体 / image credit:ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/S.Dagnello (NRAO)

SPT0311-58 の塵、水、一酸化炭素の放射を ALMA で観測したもの / image credit:

・宇宙が若かった時代の水

これまでに知られている中では、地球からもっとも遠い宇宙の果てで「水」が発見されたそう。

128 億 8000 万光年先にある銀河「SPT0311-58」から、宇宙誕生から 10 億年しか経過していない時代に作られた、太古の水が豊富に検出されたという。

・128 億 8000 万光年の彼方の銀河で発見された水の痕跡

最果ての水を発見したのは、チリにある大型電波干渉計「[アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計](#)（ALMA）」で観測を行なった、米イリノイ大学などのグループだ。

発見場所は、初期宇宙ではもっとも大きな銀河「SPT0311-58」だ。地球から 128 億 8000 万光年の彼方にあるこの銀河で、「一酸化炭素」とともに「水（H₂O）」が豊富に検出された。この銀河は、2 つの銀河が合体してできたもの。その中ではたくさんの新しい星々が生まれ、水や一酸化炭素の形成といった興味深い化学反応が起きている。研究グループのスリバニ・ジャルギュラ氏は、「酸素と炭素は第一世代の元素で、その分子形態である一酸化炭素と水は、私たちが知っている生命には欠かせないものです」と説明する。

「高い赤方偏移を持つ銀河つまり宇宙がまだ若かった頃のものとしては、最大質量の銀河で、ほかの初期宇宙の銀河に比べるとガスや塵が豊富です。豊富な分子を観察し、生命誕生に欠かせない元素が、初期宇宙の発達にどう作用していたのか理解するチャンスです。」宇宙で 1 番多い分子は「水素」だ。2 番目に多いのは「一酸化炭素」、3 番目は「水」である。また「塵」と呼ばれるより複雑な分子は、紫外線に熱せられて、遠赤外線を放つ。水と塵の遠赤外線には相関関係がありここから銀河で誕生している星の数を推測することができる。SPT0311-58 銀河が誕生した頃の宇宙は、まだ完全には理解されていない。だが今回の発見は、若い宇宙で水がすでに大きな役割を果たしていたことを物語る。初期宇宙で何が起きていたのか解明するための大切なヒントだ。

・初期宇宙で、星や銀河はどのように形成されたのか？

今回の研究は、水が「宇宙のどこに、どのくらい遠くにあるか？」について答えを与えてくれる。だが、同時に大きな疑問をも突きつけてくるという。「初期の宇宙で、これほど大量のガスと塵はどのように集まり、星や銀河を形成したのでしょうか？」と、ジャルギュラ氏は疑問を口にする。

その答えを知るには、似たような銀河を研究して、初期宇宙の進化について理解を深めるよりない。

この研究は、『[The Astrophysical Journal](#)』（21 年 11 月 3 日付）に掲載された。

References:[ALMA Scientists Detect Signs of Water in a Galaxy Far, Far Away - National Radio Astronomy Observatory](#)/ written by hiroching / edited by parumo

<https://sorae.info/astrophysics/20211106-wolf-rayet-star.html>

初期宇宙の銀河で検出された「フッ素」生成したのは大質量で短命な恒星か 2021-11-06 [松村武宏](#)



【▲ ウォルフ・ライエ星を描いた想像図（Credit: ESO/L. Calçada）】

【▲ 初期宇宙の銀河「NGP-190387」を描いた想像図（Credit: ESO/M. Kornmesser）】

身近なところでは歯磨き粉にフッ化ナトリウムなどの化合物（フッ化物）として添加されている「フッ素」（元素記号 F、原子番号 9）。ハートフォードシャー大学の Maximilien Franco さんを筆頭とする研究グループは、ビッグバンから十数億年しか経っていない初期の宇宙に存在していた銀河から予想外のレベルでフッ素が検出され

たとする研究成果を発表しました。研究グループは、初期の宇宙にフッ素をもたらした可能性が最も高い天体を絞り込むことができたと考えています。

■初期の宇宙でフッ素をもたらしたのはウォルフ・ライエ星だった可能性が高まる

この宇宙が誕生した当初は水素、ヘリウム、わずかな比率のリチウムしか存在しておらず、金属（ここでは水素やヘリウムよりも重い元素の総称）は恒星内部の核融合反応、超新星爆発、キロノバ（中性子星どうしの合体にともなう爆発現象）などによって生成され、星の世代交代とともに増えていったと考えられています。

関連：[ビッグバンや超新星爆発の名残があなたの身体にも？ 元素の起源](#)

しかし、これまでフッ素を主に生成した天体や現象は正確に突き止められてはいなかったといいます。Francoさんは「どの種類の星がフッ素の大部分を生成したのかさえ私たちは知らなかったのです」と語ります。研究グループによると、フッ素を生成した可能性がある天体や現象の候補としては、太陽のように比較的軽い恒星が晩年に進化した姿である「漸近巨星分枝」と呼ばれる段階の星や、寿命が数百万年と短命な大質量の恒星「ウォルフ・ライエ星」などが予想されてきたといいます。

研究グループは今回、チリの電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡（ALMA）」を使用し、およそ 124 億年前の宇宙（赤方偏移 $z=4.4$ ）に存在していた「NGP-190387」と呼ばれる銀河を観測しました。欧州宇宙機関（ESA）の宇宙望遠鏡「ハーシェル」によって発見された NGP-190387 は、地球との間にある別の銀河がもたらす重力レンズ効果によって光（電磁波）が増幅され、距離の割には明るく観測されるのだといいます。

アルマ望遠鏡の観測データを分析した研究グループは、NGP-190387 の巨大なガス雲からフッ素の化合物であるフッ化水素を検出しました。恒星中心部の核融合反応で生成された元素は、その星の晩年に周囲へガスや塵として放出されます。NGP-190387 はビッグバンから 14 億年ほど経った初期宇宙に存在していたため、フッ素を生成したのは寿命が短い星だったはずだと研究グループは指摘します。また、検出されたフッ素の存在量は予想外だったようです。研究に参加したハートフォードシャー大学的小林千晶さんは「フッ素のレベルが天の川銀河に存在する星々と同程度になるまで、この銀河（NGP-190387）では数千万年から数億年しか掛からなかったことになります。この結果は全くの予想外でした。私たちの測定結果は、この 20 年間研究が続けられてきたフッ素の起源に新たな制約を加えます」と語ります。この結果をもとに研究グループは、初期の宇宙にフッ素をもたらしたのは短命なウォルフ・ライエ星だった可能性が高いと考えています。軽い恒星が漸近巨星分枝の段階に差し掛かるには数十億年を要する場合もあるため、NGP-190387 で検出されたフッ素の存在量を説明できない可能性があるといいます。ウォルフ・ライエ星以外の他の天体や現象によるフッ素の生成は、これよりも後の時代で重要だったのではないかと研究グループは言及しています。冒頭でも触れたように、フッ素は虫歯の予防に効果的であるとして歯磨き粉に添加されている身近な元素でもあります。今回の成果について Francoさんはジョークを交えて「既知の天体のなかで最も大質量な恒星の一つであり、寿命が尽きると激しい爆発を起こす可能性があるウォルフ・ライエ星が、ある意味では私たちの歯の健康を保つ上で助けになっていると示すことができました」とコメントしています。また、ヨーロッパ南天天文台（ESO）がチリのセロ・アルマゾネス山で建設を進めている次世代の大型望遠鏡「欧州超大型望遠鏡（ELT：Extremely Large Telescope）」による将来の NGP-190387 の観測を通して、この銀河を形成していた星々に関する情報が得られることが期待されています。

関連：[中性子星の合体が宇宙の「金鉱」だった 中性子星とブラックホールの合体と比較](#)

Image Credit: ESO/L. Calçada Source: [ESO](#) 文／松村武宏

<https://www.itmedia.co.jp/business/articles/2111/02/news031.html>

「宇宙版シリコンバレー」作る

ホリエモンが北海道で仕掛ける「宇宙の民主化」 地方創生のモデルケースとなるか

2021 年 11 月 02 日 09 時 22 分 公開 [\[星裕方\]](#), ITmedia

「戦略人事」は大企業だけのものって思ってる……？

先が見えない経営戦略……ICT ソリューションでどう描く？

地上から高度 100 キロの上空へ進むと、そこは「宇宙」だ。意外と近い、と感じる人もいたかもしれない。この「遠くて近い宇宙」を、より身近にするための取り組みが、北海道の人口約 5400 人の町「大樹町」で動き出している。2040 年には約 110 兆円規模に成長するといわれている宇宙産業市場——。その未来を見据え、「今はゴールドラッシュの時代」と語るのは、宇宙港「北海道スペースポート（HOSPO）」を運営する SPACE COTAN（スペースコタン、大樹町）の小田切義憲社長だ。全日本空輸や元エアアジア社長という航空産業での経験を生かし、大樹町が肝いり事業としてきた宇宙港「北海道スペースポート」の開発・運営を任された。



北海道スペースポート JAXA 大樹航空宇宙実験場や 1000 メートルの滑走路

堀江貴文（ほりえ・たかふみ）1972 年福岡県八女市生まれ。実業家。SNS media&consulting ファウンダーおよびロケット開発事業を手掛けるインターステラテクノロジズのファウンダー。現在は宇宙関連事業、作家活動のほか、人気アプリのプロデュースなどの活動を幅広く展開。2019 年 5 月 4 日にはインターステラテクノロジズ社のロケット「宇宙品質にシフト MOMO3 号機（MOMO3 号機）」が民間では日本初となる宇宙空間到達に成功した。著書に『ゼロからは始める力 空想を現実化する僕らの方法』（SB クリエイティブ）、『非常識に生きる』（小学館集英社プロダクション）など（撮影：山崎裕一）

家入一真（いえいり かずま）2003 年株式会社 paperboy&co.（現 GMO ペパボ）創業、2008 年 JASDAQ 市場最年少（当時）で上場を経て、2011 年株式会社 CAMPFIRE 創業。2012 年 E コマースプラットフォーム運営の BASE 株式会社設立、共同創業取締役役に就任、2019 年東証マザーズ上場

小田切義憲（おだぎり よしのり）SPACE COTAN 社長兼 CEO。1987 年全日本空輸株式会社に入社。運航管理業務部門を経て、成田空港や羽田空港でのオペレーション体制再構築を務める。その後、エアアジア・ジャパン CEO を経て、ANA 総合研究所にて地方創生などの業務に携わり、2021 年 4 月より現職

そして 13 年に創業したインターステラテクノロジズ（以下、IST）のファウンダーで、同社の拠点として大樹町を選んだホリエモンこと堀江貴文氏は、北海道を「世界で一番ロケット打ち上げに適した場所」と太鼓判を押す。今回、その開発に向けた資金集めやマーケティングを目的とし、大樹町、SPACE COTAN とパートナーシップ協定を結んだのが、クラウドファンディングサイトを運営する CAMPFIRE（キャンプファイヤー、東京都渋谷区）だ。代表の家入一真氏は、『「企業版ふるさと納税」を活用した今回の取り組みは、宇宙事業を中心とした地方創生として、世界に向けた一つのモデルケースになり得る」と期待を寄せる。

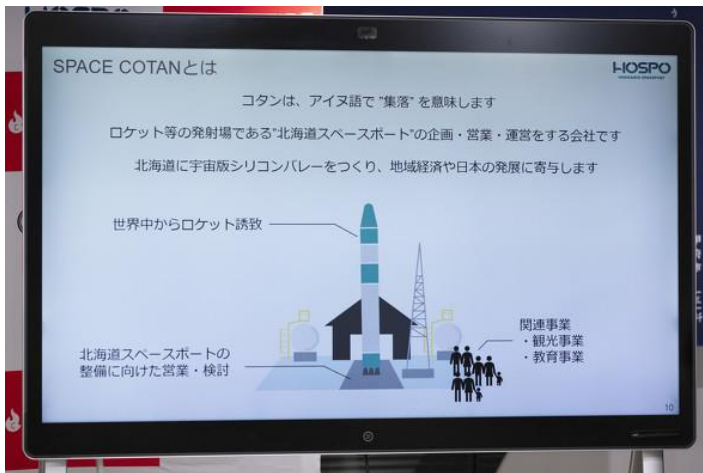
10 月に開かれた北海道スペースポート主催の記者発表会で、新プロジェクトの狙いを聞いた。

宇宙はゴールドラッシュの時代 宇宙はゴールドラッシュの時代

——SPACE COTAN の現在の取り組みを教えてください。

小田切： 「北海道に、宇宙版シリコンバレーを作る」ことをモットーとして、4 月に SPACE COTAN を設立しました。「COTAN」はアイヌ語で集落を意味しています。まさにこれから、航空宇宙分野で産業を集積し、地域経済、ひいては日本の経済に貢献していきたいと考えています。いま、宇宙はゴールドラッシュの時代といわれています。19 年では約 40 兆円のマーケットですが、データ利用、リモートセンシングなどの分野が発達し、40 年には約 3 倍の 110 兆円まで成長するとされています。これと同時に、ロケットの射場も不足してくるでしょう。日本では、鹿児島県肝付町（旧内之浦町）、あるいは種子島から打ち上げていますが、一つのロケットに 1~数個の人工衛星しか積んでいません。これからは「コンステレーション」といって、1 つのロケットに数十機の小型衛星を積んで、隊列を組みながら観測頻度を上げていく仕組みが求められます。

SPACE COTAN は、大樹町が 36 年前から取り組んできた「宇宙のまちづくり」事業において、アジア初の民間にひらかれた宇宙港「北海道スペースポート（HOSPO）」の事業推進を任されました。国内外からロケット事業者や人工衛星の企業を誘致したり、教育や観光産業を通じた地方創生にも取り組んだりしています。



アジア初の民間にひらかれた宇宙港「北海道スペースポート（HOSPO）」

19 年 5 月には、IST が打ち上げた「宇宙品質にシフト MOMO3 号機」が、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。7 月には、2 機連続で宇宙に到達していて、実績を着実にあげています。

35 年前から「宇宙のまちづくり」を実施



左から SPACE COTAN 小田切氏、家入氏、堀江氏、SPACE COTAN 大出大輔氏

1985 年に大樹町でのスペースポートの取り組みは始まった

世界で一番打ち上げに適しているのは北海道 世界で一番打ち上げに適しているのは北海道

——堀江さんは 13 年に、IST の工場や本社を大樹町に設立しました。なぜこの地を選んだのですか。

堀江： ロケットを作りたくても、作る場所がなかったんです。ロケット射場を探していた 11 年当時はまだ SNS も発達していなくて、人づてで探すしかありませんでした。

北海道赤平市でエンジンの実験ができるようになって、「じゃあ打ち上げどうするの？」となった時に、赤平市の方々が、宇宙のまちづくりを進めていた大樹町を紹介してくれました。鹿児島県の肝付町や、千葉県にある潰れた遊園地の跡地で打ち上げようとしていた中で、ようやく「約束の地」を見つけたという感じでした。

小田切： 北海道大樹町にはスペースポートを置く利点がいくつかあります。まず、東と南が太平洋に開かれていること。第 2 に、「十勝晴れ」といわれるように晴天率が高く、ロケット打ち上げに大きなメリットがあること。第 3 には、他の土地と比べ航空路や海上航路が交錯しないため、打ち上げの際の融通性が高いことも挙げられます。また、アクセスがいいことも魅力です。海外の射場では、街から車で 4～5 時間はかかる場所もありますが、われわれは東京から 3 時間程度で大樹町に来られるんです。ホテルもあり、オフの日には温泉や観光

も楽しめます。食や大自然など観光地として世界的にも有数の魅力を誇る北海道は、ロケット事業者や人工衛星の企業にとって人気のスペースポートになるでしょう。

大樹町はロケット打ち上げに好適地！



大樹

町はロケットの打ち上げに適している

堀江： 世界中の射場を分析しましたが、世界で一番打ち上げに適しているのは、間違いなく北海道です。ISTの工場から10分で射場に着きますし、SSO（太陽同期軌道）からLEO（低軌道）、静止軌道まで全て同じ場所から打ち上げられます。

——北海道が宇宙産業で発展していくにあたり、今後の課題は何ですか。

堀江： 唯一足りていないのは「政治」です。政治が明確なメッセージを持てるかどうかが鍵になります。「宇宙産業は、実はすごいんだ」ということを認識しなければいけない。それができていないのは、私たちの力不足だと思っています。EV（電気自動車）をめぐる議論も、欧州各国が自国の産業競争力を高めるためのポジショントークをしているという「政治」の側面もあると考えています。私たちも、自動車に代わる産業分野として「宇宙」があるじゃないか、と話をしていきたいと思っています。

小田切： 政府も「宇宙産業を、これからの基幹産業にしていこう」と掲げていますが、特に北海道は非常に大きなポテンシャルを持っていると考えています。歴史をたどると、林業から始まり、製鉄、石炭、製紙業も立派な産業としてありました。ただ残念ながら、これが全て過去形になってしまっているんですね。そこで、将来の北海道の基幹産業とすべく、地域として36年前に始めたのが、宇宙産業だったんです。ようやく形になってきたので、これからは国も巻き込みながら、しっかりと産業として育成することが重要だと思っています。

堀江： 宇宙ビジネスには「技術の総合格闘技」的な部分があって、それを過小評価しているところがあると思います。日本は、産業の総合競争力は素晴らしいと思っています。

「鉄は国家なり」ともいわれていますが、鉄を作れないとロケットは作れない。維新の志士たちが、西洋から科学技術を持ってきて、高炉を作り、鉄鋼を作り、そこからさまざまなサプライチェーンを作ってきた。それから、工業製品を全て自分たちの力でつくれるようになった。高炉があって、特殊鋼を作れるから、工具が作れる。だから、工作機械も作れる。これらが全部サプライチェーンとなっているわけですが、それがある国は世界中探しても珍しいです。

小田切： 北海道は、工業高専が多くあったり、理系の大学がいくつもあったりします。「人材の地産地消」と言っていますが、地元の高校を卒業した若い皆さんが地元で、しかもロケットを作る会社で働けることが大事だと思っています。そういったことも行政などと連携しながら進めていきたいです。



射場の建設に「企業版ふるさと納税」活用 射場の建設に「企業版ふるさと納税」活用

——今後、「北海道スペースポート」はどのような開発を進めていくのでしょうか。

小田切： 北海道スペースポートですが、現在は滑走路、JAXA の試験設備、IST のロケット「MOMO」の射場があります。「MOMO」は実証段階を終えて商業フェーズに移りましたが、次に「ZERO」という、20メートル級の人工衛星用ロケットの開発に入っています。それを打ち上げる場所として、「LC-1 (Launch Complex-1)」という新たな射場を 23 年度中に完成させる方向で準備を進めています。また、より高頻度に世界中の人工衛星用ロケットの打ち上げができる「LC-2 (Launch Complex-2)」という射場を、25 年度完成を目指して設計しています。費用の面では、第 1 期工事で 10 億円、第 2 期工事で 40 億円、トータル 50 億円が必要になります。インターステラテクノロジズが観測ロケット MOMO を打ち上げている北海道スペースポート

Launch Complex-0



2023 年建設予定の Launch

Complex-1 (LC-1) は人工衛星用ロケットのための射場で、垂直打上げロケットの打上げが可能

——この資金はどのように調達するのでしょうか。

第 1 期工事の 10 億円は、半分の 5 億円を寄付、残り半分を地方創生交付金から調達することを考えています。

この寄付の仕組みに、『企業版ふるさと納税』を使おうと考えています。『企業版ふるさと納税』は、企業が自治体に寄付をすることで、最大 9 割が税額控除となる制度で、SDGs 達成や地域振興などの効果が期待できます。

すでに、4 月の設立以降、各企業から寄付を募っており、直近で約 2 億 5000 万円が集まっており、さらに支援も増えています。12 月までに目標の 5 億円を目指していきたいと思っています。



2025 年度建設予定の Launch Complex-2 (LC-2) では、人工衛星用ロケットの高

頻度打上げ（垂直打上げ）が可能で、LC-1 よりも大型の射場となる

堀江： もう 10 年以上前ですが、北海道の赤平市に家入さんに来ていただいたときから、今度「CAMPFIRE」で資金集めができるようになったらいいね、という話はしていたんですね。

家入： 初めて大樹町に来たときに、小学生が学べる施設を作っていて。そのときに堀江さんが「俺の次の次の世代にとって、宇宙は当たり前になっている。その時代を作る人たちに宇宙を好きになってもらわない」と言っていたのに感動しました。関わっている方々の熱量も高く、また「MOMO」の動画もとても感動的で、あの時

から、本気でやられているんだな、というのを感じました。

——今後、こうした企業や地域の取り組みへのクラウドファンディング活用は進むのでしょうか。

家入： これまでも、IST のプロジェクトに合計 1 億 3000 万円、延べ約 6500 人の方々に応援していただいています。ふるさと納税を利用したクラウドファンディングが面白いのは、納税者が自分の「応援したい」という意思で納税できる点にあります。

自分が納めた税金が何に使われているか分からないと、当事者意識を持てなかったり、無駄に使われているのではないかと感じてしまったりするかもしれません。熱量をさらに上げていく中で、プロジェクトの当事者になってもらうための仕組みとしてクラウドファンディングを活用してもらえるといいなと思っています。

「宇宙のまちづくり」から始まる北海道の"地方創生" 「宇宙のまちづくり」から始まる北海道の"地方創生"

——大樹町の人口は現在約 5400 人と、昭和 60 年ころから 3 分の 2 程度まで減少しました。今後、働き手不足をどう解決していくのでしょうか。

小田切： コロナ禍を経て、「日本中どこにいてもほぼ同じ品質で仕事ができる」ということをビジネスパーソンの人々は獲得したと思うんです。約 3300 万人の首都圏エリアの人々が、ワーケーションしたり移住したりするだけでなく、北海道の若い方々が地元でも就職できる仕組みを作っていくことが重要だと思っています。

大樹町に新たな産業を持ち込むことで、近くの帯広市の産業など近隣の市街も活性化していく。帯広以外にも釧路、室蘭、北見、旭川といった産業都市にも波及していき、北海道全体に「宇宙版シリコンバレー」を作る構想を実現していきたいです。衛星データを活用したスマート一次産業や防災、除雪車の自動運転、道内の工業との連携、観光振興など、宇宙は北海道のあらゆる産業とのシナジー効果が期待できますし、宇宙ビジネスによる単年の道内経済効果 267 億円という試算も出ています。そのときに、大樹町として、行政からの支援も獲得し、オール北海道、オールジャパンとして進めていくことが必要になると思います。

家入： コロナの影響で、働く場所に縛られない世界になっていくと、生きる目的や幸せの価値観も根っこから不可逆的に変わっていくと思うんですね。そういった時代に必要なのは、「圧倒的なビジョン」だと考えています。ビジョンに惹（ひ）かれて人が集まり、そこにコミュニティが生まれていく。その観点では、地域と宇宙がつながっていくのが面白いなと思いました。「宇宙のまちづくり」というのは、圧倒的なビジョンですね。

日本は「課題先進国」といわれています。少子化・高齢化に伴って経済が縮小する中で、やがて世界各国が直面する課題に対して、日本は早くから解決策を模索しています。

今回、北海道スペースポートがやろうとしていることは、宇宙事業を中心とした地方創生です。これは、大樹町、日本だからこそできる一つのモデルケースを作ることになるのではないかなと思っています。

堀江： SNS が発展してきたので、都心にいる必要のない人は結構多いと思います。30 年前に私が東京に出てきたときは、スマホも SNS もなかった。人と出会うために東京に出てきましたが、今はむしろ、アウトドアが好きな人は田舎にいたほうが良かったりするんじゃないでしょうか。そういう意味では、「遊びの場」も必要なのかなと。無軌道な開発は良くないですが、計画された街づくりはつまらないじゃないですか。筑波研究学園都市は計画された美しいまちでしたが、鬱（うつ）になる人も増えてしまったそうです。本当は、夜の飲み屋やスナックとか、ある意味いかがわしい場所も必要で、「不要不急」こそが人間の本質だと考えています。

シリコンバレーも憧れる人は多いですが、決して住みやすい場所とは思わないんですね。すごい乾燥しているし、ごはんもおいしいところは少なく、家賃も高いです。インターネットは、どこに住んでいても良いようにするためのものじゃないですかと（笑）。その点、十勝の大地は豊かで、おいしいものがたくさんあって、気候も良いです。とてもいい場所なので、ぜひ世界中から移住してきて欲しいですね。

キーワードは宇宙事業の「民主化」 キーワードは宇宙事業の「民主化」

——そういう観点では、地方創生と IT の活用は切っても切り離せない関係にありそうです。

家入： インターネットテクノロジーの本質って、あらゆることを民主化していくことだと信じています。クラウドファンディングも、資金集めを民主化しています。今回のスペースポートも、宇宙港を開かれたものにして

いく。これまで、宇宙事業やロケット事業に一般の人が関わる手段ってなかったと思うんですよね。これもある種の民主化だと思っているんですよ。

堀江：　すごく良いこと言いました。投資型のクラウドファンディングなどを通して関わり方が増えてきて、宇宙開発もより民主化していくと思います。民主化、分散といったテーマで思考すると、面白い正解が生まれてくると思いますね。

ネーミングライツをビジネスに

以上が記者発表でのインタビュー内容だ。大樹町と SPACE COTAN、CAMPFIRE は 10 月 1 日に、クラウドファンディングを活用した地域づくりと宇宙のまちづくりを目的としたパートナーシップ協定を締結した。第 1 弾の取り組みとして、[11 月 30 日までのクラウドファンディングも開始している](#)。集めた資金は HOSPO の PR、営業や商品開発などに活用する狙いだ。



大樹町と SPACE COTAN、CAMPFIRE は、クラウドファンディングを活用した地域づくりと宇宙のまちづくりを目的としたパートナーシップ協定を締結した

最高額は 10 億円のコース「LC-1 でロケットを打ち上げる権利」　　　　　大樹町の酒森正人町長

金額は 1 口 5000 円のコースからで、最高額は 10 億円のコースで「LC-1 でロケットを打ち上げる権利」といったリターンも用意した。さまざまな形での関わり方を提示することによって「宇宙の民主化」を進める。

また、[SPACE COTAN の取り組みとして、10 月に HOSPO 施設や滑走路のネーミングライツの募集も開始し、11 月 15 日まで募集している](#)。権利期間は 22 年 4 月からの 5 年間で、企業名でも個人名でも設定可能とした。こうしたネーミングライツをビジネスにする取り組みは増えている。高知県出身の坂本龍馬を冠した「高知龍馬空港」や、『ゲゲゲの鬼太郎』にちなんだ鳥取県「米子鬼太郎空港」など、空港のネーミングライツ募集も出てきた。同社は 11 月 5 日に帯広市で開催される「[北海道宇宙サミット 2021](#)」の様子を「北海道スペースポート公式 YouTube チャンネル」から配信する。宇宙ビジネスのキーマン 25 人が登壇するサミットの配信を通し、日本の新たな成長産業となる宇宙ビジネスについて対外的にアピールする狙いだ。

大樹町の酒森正人町長は、ビデオメッセージで「CAMPFIRE 社のノウハウ、知見を大樹町の地域づくりと掛け合わせることで、地域事業者のクラウドファンディング活用を促進し、新たな街づくりの芽を育てていくことに期待をしたい」と述べた。企業と地域、そしてその支援集めの手法にも変化が生まれている。「宇宙」の存在が身近になり、関わり方にも変化を持たせることによって企業は次のステージに向かおうとしている。その一方で堀江氏は、実際に移住をする際の生活コストや楽しむ場づくりの面ではまだまだ課題も残されていると、イベント後の単独取材で述べた。産業の創造と、町の暮らしの両面に向き合う産官学の取り組みは、堀江氏が指摘するように、「次の次の世代」にまで視点を広げる必要があるようだ。

著者プロフィール



星裕方（ほし・ひろのり）1993 年生まれ。慶應義塾大学経済学部卒。広報 PR 業界を経て、現在は地域活性化や NPO にも活動の場を広げている。