

## 8月1日、30日は「ブラックムーン」！最高の自分になれるチャンスのおかげ!?

2019年8月1日 11時55分

[cocoloni PROLO](#)



### 写真拡大

「ブラックムーン」とは1ヶ月に新月が2回ある月のこと。たとえば、満月が2回ある場合は「ブルームーン」と言われるように、月にもさまざまな呼び名がついています。

特に今回の8月1日の「ブラックムーン」は、いつも以上に大きなパワーを感じられそうです。

#### ■自分に自信をもつということ

自分に自信をもつのは、人によってはとても難しく感じられることかもしれません。しかし、この月は最高の自分になれるチャンス。自分の中に眠っている才能や知恵、知識などを使って、なにか新しいことにチャレンジするにはうってつけです。

これは自分にとってのベストを尽くすことでもあります。なんとなくで終わらせず、ストイックにすべての事柄に取り組んでいくのが非常に大切です。

#### ■宇宙はあなたの味方

宇宙はあなたに味方をしてくれているので、自分が考えた物事を思い切ってやるのがとても大切です。勝利はすでに自分の手の中にあるということを知っていれば、恐れずに進めるでしょう。

目の前には希望の光が差し込んでいます。新月は月の光が届かないタイミングですが、心の中にある希望の光を自分で見出すには最適なタイミングだと言えます。

#### ■引き寄せているものへの感謝を忘れない

自分が引き寄せている物事や人に対して、感謝の気持ちを忘れないことはとても大切です。また、自分にはすべての報酬が与えられて当然なのだとも再認識するのも大切です。

これはスピリチュアル的な気づきが、さらに必要になるということも意味しています。ただ単にお金や人のつながりにとらわれるのではなく、もっと霊的な存在を信じて、自分の霊性を高めていくことも視野に入れながら過ごすとよさそうです。

#### ■一人で生きているのではないということ

人間は一人で生きているわけではありません。人はいつも助け合って生きています。ときに頭にくる相手とともに過ごさねばならない場面もあるでしょう。しかし、そういったことはあくまでもとらわれに過ぎません。

大切なのは自分も誰かによって支えられて生きているということです。自分の中にある可能性に気づくのも重要ですが、おごりたかぶらないことも大切です。あくまでも等身大の自分であることを心がけましょう。

#### ■自分の思い込みを手放すことがカギ

新月は、基本的に手放すタイミングと言われることも多いように、自分の中にある問題を改めて見直して、問題だと思い込んでいる事柄を手放すのが大切です。

あなたにとって前に進むために重要なのは、自分で「問題」を増やしたりして不安を拡大させないこと。目の前の問題にのみまわれるのではなく、広い視野をもって感じきるということを意識して過ごしましょう。

## 世界大百科事典 第2版の解説

### しんげつ【新月 new moon】

月と太陽の視黄経が一致する瞬時。朔（さく）ともいう。太陰暦では一般にこれを含む日を各月のはじめの日(朔（ついたち）)とした。この日、月は見えないが、日食となればその所在は知れる。なお、新月を字義どおり朔のあと最初に見える月とし、それが見える日を月の初日とすることもある。【森 巧】

出典 株式会社平凡社世界大百科事典 第2版について [情報](#)

## 大辞林 第三版の解説

### しんげつ【新月】

- ①「朔さく①」に同じ。
- ② 陰暦で、月の初めに見える細い月。特に、陰暦八月三日の月。〔季〕 秋。
- ③ 東の空に昇り始めた月。「三五夜中一白くさえ／平家7」

### にいづき【新月】

陰暦で月の初めに見える細い月。しんげつ。「美女の眉かとぞ見る一は／当世書生気質 逍遙」

出典 [三省堂大辞林 第三版](#)について [情報](#)

## 日本大百科全書(ニッポニカ)の解説

### 新月 しんげつ

→ [月](#)

出典 小学館 日本大百科全書(ニッポニカ)日本大百科全書(ニッポニカ)について [情報](#) | [凡例](#)

## 動植物名よみかた辞典 普及版の解説

### 新月 (シンゲツ)

学名 : Senecio scaposus

植物。 [キク科](#)の園芸植物

出典 日外アソシエーツ「動植物名よみかた辞典 普及版」動植物名よみかた辞典 普及版について [情報](#)

## 精選版 日本国語大辞典の解説

### しん - げつ【新月】

〔名〕

- ① = [さく \(朔\)](#) ④
- ② 朔(さく)④を過ぎてから夕方西空に初めて見える細い月。初期の太陰暦では新月の見えた日をもって新しい暦日のはじめとした。《季・秋》

※田氏家集（892 頃）中・挿新月「天頭乃顧聳二西維一、新月盱衡白片眉」

- ③ 新たに東の空に輝き出た月。特に、十五夜の輝き始めたばかりの明るい月。

※菅家文草（900 頃）四・正月十六日、憶宮妓蹋歌「此夜応レ同二新月色一、他郷不レ似二旧年心一」

### にい - づきにひ・・【新月】

〔名〕 陰暦で、月の初めの夜に見える月。夕方、西の空に細く見える月。しんげつ。

※[当世書生気質](#)（1885 - 86）〈坪内逍遙〉一三「美女の眉かとぞ見る新月(ニイツキ)は」

出典 [精選版 日本国語大辞典](#)精選版 日本国語大辞典について [情報](#)

世界大百科事典内の新月の言及

【月】より

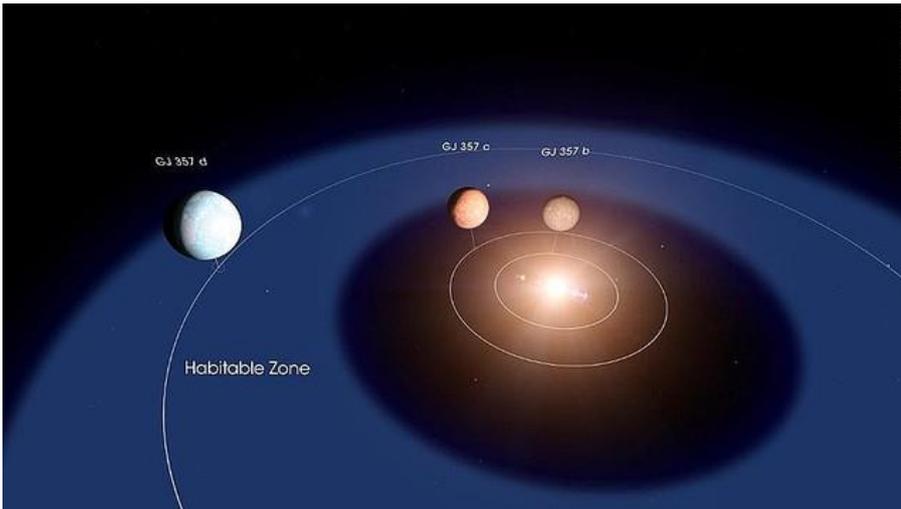
...これが位相の変化で、その周期が朔望月である。太陽、月、地球がこの順に並んだときは、月の輝いた面は地球からは見えず新月である。この日が朔である。...

※「新月」について言及している用語解説の一部を掲載しています。

出典 | 株式会社平凡社世界大百科事典 第2版について | [情報](#)

## 地球から31光年に3つの系外惑星、生命存在可能な圏内にも

2019年8月2日 11時45分 [CNN.co.jp](https://www.cnn.co.jp)



NASAの惑星探査衛星が3つの系外

惑星を発見した/[NASA](https://www.nasa.gov)'s Goddard Space Flight Center/Chris Smith

(CNN) 米航空宇宙局(NASA)の惑星探査衛星「TESS(テス)」がこのほど、地球から31光年先に3つの系外惑星を発見した。このうち1つは、恒星から適度な距離にあって生命が存在できる「ハビタブルゾーン」内で見つかった。

3つの系外惑星はうみへび座にあるM型わい星「GJ 357」を周回。この恒星は太陽に比べ40%低温で、質量や大きさも太陽の3分の1ほどにとどまる。研究結果は天文学誌「アストロノミー・アンド・アストロフィジックス」に今週発表された。

最初に見つかった系外惑星は「GJ 357 b」。地球より22%大きく質量も80%上回っており、「スーパーアース」に当たる。恒星までの距離は水星から太陽の11分の1で、平均気温は推計でカ氏490度(セ氏約254度)に上る。

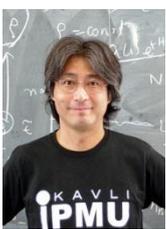
論文の共著者エンリク・パレ氏は「我々はGJ 357 bのことを『ホットアース』と呼んでいる」と説明。生命は存在できないものの、これまで見つかった中で地球に3番目に近いトランジット系外惑星として注目に値すると指摘した。

最も魅力的な発見となったのは、地球の6.1倍の質量を持つスーパーアース「GJ 357 d」だ。恒星から適度な距離を周回しており、ちょうど良い気温を保っていることから、表面に液体の水が存在できる可能性がある。別の共著者によると、GJ 357 dが主星から受け取る恒星エネルギーは太陽系の火星と同程度。仮に濃い大気を有している場合、惑星を温めるのに十分な熱を閉じ込め、表面に液体の水が存在できる可能性があるという。2つの惑星の間には「GJ 357 c」が存在する。質量は地球の3.4倍で、気温はカ氏260度(セ氏約126度)となっている。

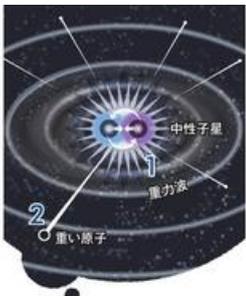
<https://digital.asahi.com/articles/ASM7S3RQ1M7SULBJ004.html?requesturl=articles%2FASM7S3RQ1M7SULBJ004.html&rm=352>

## 宇宙の錬金術現場が見つかった 村山斉さんの考えは

2019年8月1日 10時35分



[村山斉さん](#)



**金はどう作られた？**

- 1 2個の中性子星の連星が重力波を放ちながら合体し、爆発
- ↓
- 2 重い原子を生み出し、拡散させる

**村山斉の時空自在<2>**

金を作りたい！ 古代から多くの人がこの夢に取りつかれ、実験を重ねてきた。ニュートンも晩年は錬金術にはまり、遺髪からは大量の水銀毒が見つかった。だが他の物質から金を作ることになった人はいない。

しかし地球上に金があるということは、ビッグバン以来、**宇宙**のどこかで、いつか金が作られたはずだ。

私たちの体を作る元素の9割以上は、星の中で組み立てられて**超新星爆発**でばらまかれた。私たちは「**星のかけら**」である。ところが、**星の中で小さな原子を押し付けて作れるのは鉄まで**。電気の反発力が大きくなり、その先は反応が進まないのだ。では貴金属の金、銀、プラチナや、人体に大事なヨウ素はどこから来たのか？

2017年、ついにその現場が見つかった。「**重力波**」を使う新しい**望遠鏡**のおかげだ。

**超新星爆発**後に残る燃えかすの芯は**中性子星**と呼ばれ、太陽の重さを半径10キロに押し込めた超高密度の星だ。スプーン1杯で10億トンにもなる。

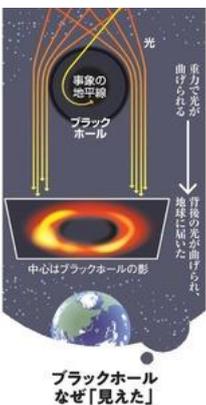
**中性子星**はあまりに高密度のため、強い重力で周りの空間を**トランポリン**の膜のようにゆがめる。二つの**中性子星**が互いの周りを回る「連星」は、ぐるぐる回りながら空間をゆがめるので、空間を揺らす**重力波**という波を出す。それでエネルギーを失いながらどんどん接近し、最後に合体する。

この**重力波**が私たちに届く時の空間のゆがみは、地球の直径が**原子核**1個分だけ伸び縮みする程度だが、そのわずかな変化を観測できた。波が来た方向を**望遠鏡**で見ると、星が爆発して徐々に長い波長の光を出しながら消えていた。光を分析すると、重い元素が生まれて特定の波長を吸収している証拠を発見した。そこで金も誕生した。ここが**宇宙**の錬金術師の仕事場だ。できた金は膨大で地球10個分もある。

◆村山斉

むらやま・ひとし 1964年生まれ。専門は**素粒子物理学**。カリフォルニア大バークリー校教授。初代の東京大カブリ数物連携**宇宙**研究機構長を務めた。

**ブラックホール撮影で世界一つに 見えないはずの姿捉え**



**村山斉の時空自在<3>**

## [私たちはどこから来たのか 物理学者村山斉さんの考えは](#)

死の天体。何者も光ですら逃げられない強い重力。SF映画に登場する不気味な天体 [ブラックホール](#) の写真が先月、初めて公開された。

アインシュタインが発見した [相対性理論](#) は、重力の理論として現代物理学の基礎になっている。ところが色々不思議な予言を生んだ。重力が強いと時計が遅れる。真空中で直進すると思っていた光が重力で曲がる。

実はこの [相対性理論](#) がないと、カーナビや携帯電話で使われているGPSは1日に距離が10キロ以上も狂ってしまう。人工衛星の時計に比べて、地上の時計は重力の効果で遅れるので、時計がずれていってしまうのだ。

[ブラックホール](#) の後ろでは、降り注ぐガスが電灯のように光っている。ブラックホールの近くにきた光は、重力で曲げられてから地球に届く。もっと近くにきた光は、ぐるぐる回りながらブラックホールに落ちていき、出られない。この光も出られなくなる領域は「[事象の地平線](#)」と呼ばれる。見えないはずのブラックホールが「見えた」のは周囲の光の影をとらえたからだ。

ブラックホールは相対性理論を使って、物理学者のシュワルツシルトが第1次世界大戦の従軍中に予言した。あまりに奇妙なのでアインシュタイン本人は信じなかった。この写真を見たら、彼はどうコメントしただろうか。

約5500万光年離れたM87銀河の中心からは高いエネルギーの粒子の束「ジェット」が飛び出している。ここに太陽の65億倍の重さを持つブラックホールがあると考えられていた。地球上のたくさんの電波望遠鏡を組み合わせ、ニューヨークの新聞を東京から読めるほどの解像度を実現。このブラックホールの写真撮影に成功した。日本のチームも活躍した。宇宙の神秘を探るには、世界が一つになることが欠かせない。

### ◆村山斉

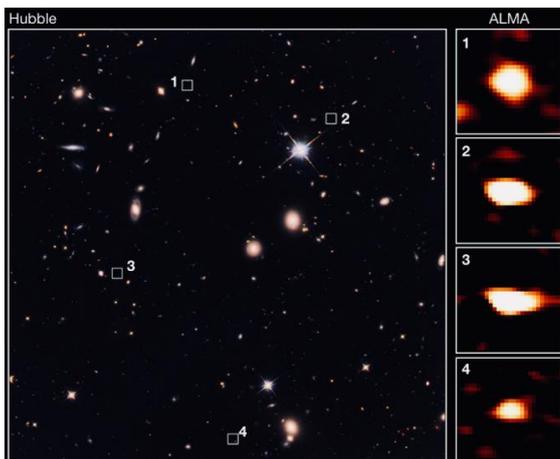
むらやま・ひとし 1964年生まれ。専門は素粒子物理学。カリフォルニア大バークリー校教授。初代の東京大カブリ数物連携宇宙研究機構長を務めた。

<https://alma-telescope.jp/news/press/darkgal-201908>

2019.08.08

## アルマ望遠鏡、39個の「見えない銀河」を捉える - 宇宙進化理論に謎を突きつける楕円銀河の祖先たち

東京大学/国立天文台のワン・タオ（王涛）特任研究員と東京大学 河野孝太郎教授らの国際研究チームは、アルマ望遠鏡を用いた観測で、星を活発に生み出す巨大銀河を110億年以上遡った過去の宇宙に39個発見しました。これらの銀河は、このままのペースで星を作り続ければ、現在の宇宙にある巨大楕円銀河へと進化すると考えられます。今回発見された銀河はどれもハッブル宇宙望遠鏡では見えておらず、これまでの可視光・近赤外線観測では多くの巨大星形成銀河を見落としていたこととなります。一方、銀河進化に関する多くの理論では、110億年以上遡った過去の宇宙にこれほど多くの巨大星形成銀河があることは想定されていませんでした。この観測成果は、私たちの現在の銀河進化の理解に大きな謎を投げかけるものといえます。



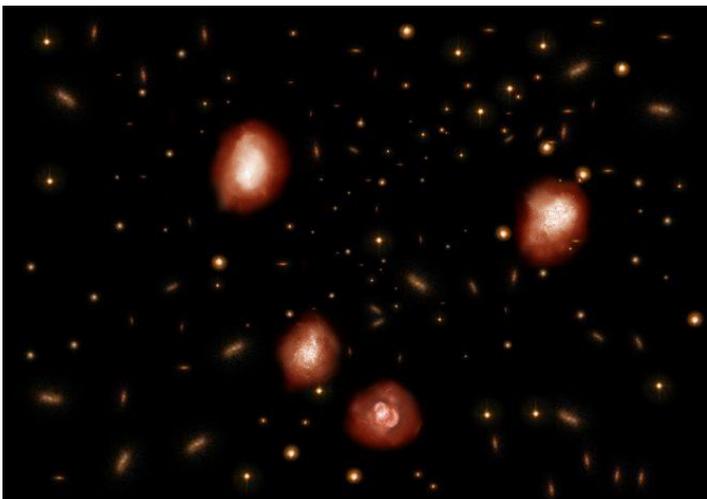
今回観測をした領域のハッブル宇宙望遠鏡による画像（左）と、アルマ望遠鏡により観測された巨大星形成銀河の画像（右）。サブミリ波では明るく輝いていますが、可視光で最も感度の高いハッブル宇宙望遠鏡による観測では全くなにも写っていないことがわかります。 クレジット：東京大学/CEA/国立天文台

天文学者たちは、これまでに様々な望遠鏡を使って遠く、すなわち過去の宇宙を観測し、生まれたての銀河や活発に星を生み出す銀河を発見してきました。なかでも、NASA のハッブル宇宙望遠鏡 [1] はこの分野で中心的な役割を果たしてきました。宇宙から観測することで得られるシャープな画像には、おびただしい数の銀河の姿が写し出されており、私たちの宇宙観を一変させたといっても過言ではありません。

しかし、ハッブル宇宙望遠鏡がどんな銀河でも撮影できるわけではありません。ハッブル宇宙望遠鏡が捉える可視光と近赤外線では、大量の塵（ちり）を含む銀河の場合、星からの光が塵によってさえぎられるため、より波長の長い赤外線のほうが銀河から放出されやすくなります。さらに、宇宙の膨張によって光の波長が引き伸ばされるため、過去の宇宙に存在する、こうした天体を捉えるには赤外線よりさらに長い波長のサブミリ波を観測する必要があります。

今回、東京大学/国立天文台のワン・タオ 特任研究員らの研究チームは、ハッブル宇宙望遠鏡が精力的に観測した CANDELS 領域 [2] の中から、ハッブル宇宙望遠鏡の画像には写っていないがスピッツァー宇宙望遠鏡 [3] の画像には写っている天体を 63 個選び出し、アルマ望遠鏡でサブミリ波による詳細な観測を行いました。スピッツァー宇宙望遠鏡は遠方天体の観測に威力を発揮しますが、解像度が低く、その天体の正体は明らかになっていませんでした。一方アルマ望遠鏡によるサブミリ波の観測は、星からの光を遮る塵を捉え、その中で活発に星を作っているかどうかを調べることに適しています。

アルマ望遠鏡による観測の結果、63 個のターゲット天体のうち 39 個からサブミリ波を検出しました。アルマ望遠鏡の高い解像度と得られたサブミリ波の強度から、この 39 個はいずれも星を活発に作る巨大銀河（巨大星形成銀河）であり、しかも 110 億年以上遡った過去の宇宙に存在していることが明らかになりました。その質量は太陽数百億個分から一千億個分に及びます。これは私たちが住む天の川銀河とほぼ同等かやや小さい程度ですが、110 億年以上昔の宇宙では巨大な銀河といえます。さらに、赤外線とサブミリ波の明るさを総合すると、これらの銀河では天の川銀河の 100 倍のペースで活発に星が生まれていることも明らかになりました。



アルマ望遠鏡で観測された、110 億年以上過去の宇宙に存在する巨大星形成銀河の想像図（図中にある 4 つの大きい銀河）。多量の塵（ちり）を含み、その中で爆発的に星が生み出されており、やがて巨大楕円銀河へと進化していくことが予想されます。 Credit: 国立天文台

天の川銀河の 1000 倍ものペースで星を生み出す「モンスター銀河」もこれまでに発見されていますが、その数はあまり多くありませんでした。ところが今回発見された銀河は、その検出割合から研究チームが推測したところ、空の 1 平方度に 530 個も含まれることが分かったのです [4]。これは、モンスター銀河の 100 倍もの数に相当し、この時代に存在した巨大星形成銀河の大多数は今回観測されたような「ハッブル宇宙望遠鏡では見えな

い銀河」であると考えられます。この示唆は、アルマ望遠鏡を使った銀河探査での近年の発見 [5] とも整合するものです。

110 億年前に活発に星を生み出していたたくさんの銀河は、その後どのような姿に進化するのでしょうか。研究チームは、これらの銀河は現在の宇宙に存在する巨大楕円銀河の祖先であろうと考えています。巨大楕円銀河は、多くの銀河の集団（銀河団）の中心に位置する天体で、太陽数兆個分の質量を持つ「銀河の王様」ともいべき巨大な天体です。

しかし、今回の研究によって一つの大きな謎が生まれました。110 億年以上昔の宇宙で、活発に星を生み出す巨大銀河がこれほど数多く存在することは、これまで理論的にはまったく予測されていなかったのです。銀河の誕生と成長の様子を説明するいろいろな理論モデルやシミュレーションでは、これほど多くの巨大銀河を作ることにはできません。さらに、広く受け入れられているダークマター（暗黒物質）によって宇宙の構造が形成されるという理論モデルでも、これほどの多くの巨大天体を作ることができません。

「今回のアルマ望遠鏡の成果は、宇宙や銀河の進化に関する私たちの理解に挑戦状をたたきつけたといってもいいでしょう。銀河の進化を包括的に理解するためには、巨大楕円銀河の成り立ちを考えることが欠かせません。アルマ望遠鏡を駆使した更なる詳細観測に加え、近未来に打ち上げが期待されるジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 [6] や宇宙赤外線望遠鏡スピカ [7] による観測で、この謎に挑みたいと考えています。」と、ワン氏はコメントしています。

#### 論文・研究チーム

この観測成果は、T Wang et al. “A dominant population of optically-invisible massive galaxies in the early Universe” として、科学誌「ネイチャー」オンライン版に 2019 年 8 月 7 日付（日本時間 8 月 8 日付）で掲載されます。

この研究を行った研究チームのメンバーは以下の通りです、

T. Wang (東京大学/CNRS/国立天文台), C. Schreiber (Leiden University), D. Elbaz (CNRS), 吉村勇紀 (東京大学), 河野孝太郎 (東京大学), X. Shu (Anhui Normal University), Y. Yamaguchi (東京大学), M. Pannella (Ludwig-Maximilians-Universität), M. Franco (CNRS), J. Huang (National Astronomical Observatories of China), C.-F. Lim (Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics) and W.-H. Wang (Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics)

この研究は、国立天文台 ALMA 共同科学研究事業 2017-06B、日本学術振興会科学研究費補助金（No. JP17H06130）、European Union Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement No. 312725 (ASTRODEEP)、NSFC 11573001, and National Basic Research Program 2015CB857005、Ministry of Science and Technology of Taiwan Grant 105-2112-M-001-029-MY3 の支援を受けています。

[1] ハッブル宇宙望遠鏡は、主に可視光から波長 1.6 ミクロンまでの近赤外線を宇宙から観測しています。

CANDELS (Cosmic Assembly Near-infrared Deep Extragalactic Legacy Survey) 領域は、ろ座、ろくぶんぎ座、くじら座の中に含まれる 3 つの領域の総称です。銀河の進化を明らかにすることを目指し、ハッブル宇宙望遠鏡で非常に長い時間をかけてこれらの領域の観測が行われました。

[3] スピッツァー宇宙望遠鏡は、主に波長 3.5 ミクロンから 24 ミクロンまでの中間赤外線を宇宙から観測しています。

1 平方度は、1 辺が 1 度角の正方形の面積に相当します。満月の大きさは約 0.2 平方度です。したがって、[4] 満月ほどの大きさの領域を同様にアルマ望遠鏡で観測すると、今回発見した「見えない銀河」が約 100 個存在していることが予想されます。

アルマ望遠鏡で、数 10 平方分という狭い領域をくまなく観測して銀河を探したところ、「ハッブル宇宙望遠鏡では見えない」銀河を複数検出したとする研究成果を、本研究グループが 2018 年と 2019 年に相次いで発表しています (Franco, M., 王濤、ほか Astronomy and Astrophysics, 620, A127、および、山口裕貴、河野孝太郎、王濤、ほか Astrophysical Journal, 878,73)。狭い範囲の観測でも、そうした銀河が複数発見されるということは、そうした銀河が実は多いということを示唆しています。

[6] ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、波長 24 ミクロンまでの中間赤外線において感度と解像度の高い観測を行う NASA の計画です。2021 年の打ち上げが予定されています。

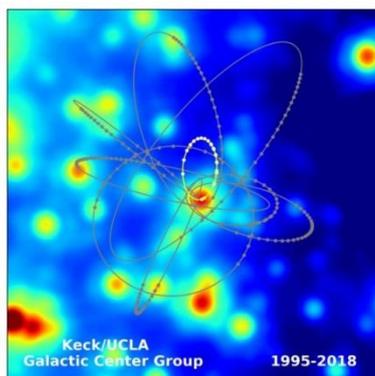
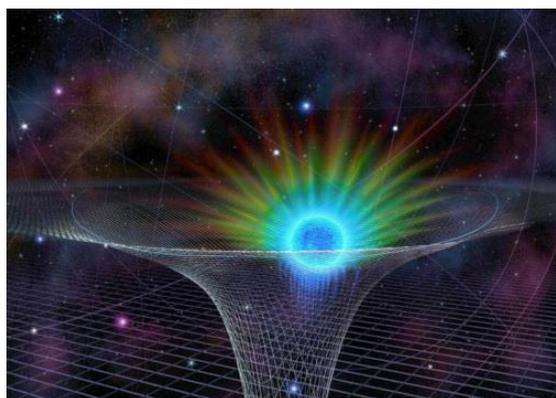
[7] 宇宙赤外線望遠鏡スピカは、冷却した望遠鏡を宇宙空間に打ち上げることで、波長 350 ミクロンまでの中間赤外線および遠赤外線での高感度な観測を行う、欧州宇宙機関 (ESA) および宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 (JAXA/ISAS) が主導する計画です。2030 年頃の打ち上げを目指して検討が行われています。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/19/072900442/>

## 巨大ブラックホール、アインシュタイン理論を証明

天の川銀河の中心にあるブラックホールが一般相対性理論の正しさ示す

2019.07.29



S0-2 という恒星は、銀河系の中心にある超大質量ブラックホール「いて座 A\*」に非常に近いところを通る。この図では、ブラックホールは時空にあいた底なしの穴として描かれている。(ILLUSTRATION BY NICOLE R. FULLER, NATIONAL SCIENCE FOUNDATION) [画像のクリックで拡大表示]

### 恒星が超大質量ブラックホールに接近するとどうなるか？

答えは、「天文学者がアインシュタインの理論を検証できる」だ。

私たちの銀河系 (天の川銀河) の中心には巨大なブラックホールがある。科学者らはこのほど、その近くを回る恒星を観測することで、恒星から出た光の波長が、ブラックホールの強力な重力場によって引き伸ばされたことを確認した。アインシュタインの一般相対性理論によると、光は非常に強い重力場の中を通過するときにエネルギーを失う。今回の測定は、その予想を検証する最良の方法だ。(参考記事: [「天の川銀河のブラックホール」](#))

「超大質量ブラックホールの近くで重力がどのように働くかを、今回のような手法で直接検証するのは初めてです」と米カリフォルニア大学ロサンゼルス校の天文学者アンドレア・ゲズ氏は説明する。同氏のチームによる研究成果は 7 月 25 日付けで学術誌『サイエンス』電子版に発表された。「重力は、宇宙を理解するうえでも、私たちの日常生活においても、重要です」

天文学者たちは、極端に強い重力環境で一般相対性理論が成り立たなくなる証拠を発見したいと願っている。そうすれば、私たちの宇宙に残るいくつかの大きな謎を解決できるような、新しい物理学の可能性が見えてくるからだ。(参考記事: [「ダークエネルギーは一般相対性理論を書き換えるか」](#))

とはいえ今回は、アインシュタインの正しさがまたもや示された。

## ブラックホールを 16 年で 1 周する恒星

一般相対性理論によれば、私たちが重力として理解しているものは、物体の質量が時空を曲げた結果として生じるといえる。また、重力は光にも影響を及ぼし、非常に重い物体は、その近くを通る光を曲げる。この現象は「重力レンズ効果」と呼ばれ、1919 年の皆既日食のときに観測されたことで知られる。それ以降、一般相対性理論は科学の大黒柱となった。(参考記事：[「重力レンズ使った星の重さ測定に成功、ハッブル」](#))

## 巨大ブラックホール、アインシュタイン理論を証明

天の川銀河の中心にあるブラックホールが一般相対性理論の正しさ示す

2019.07.29

だからこそ科学者たちは、銀河系の中心にある太陽の 400 万倍の質量をもつ怪物級のブラックホール「いて座 A\*」と、そのまわりを公転する恒星の集団に強い関心を寄せているのだ。いて座 A\* は地球から約 2 万 6000 光年離れたところにあり、ガスと塵のカーテンの向こうに隠れている。(参考記事：[「銀河系ブラックホールの近くに恒星発見」](#))

今回の研究の主演である S0-2 という恒星は、いて座 A\* のまわりの楕円軌道をわずか 16 年の周期で公転している。いて座 A\* に最も接近するときには、時速 2500 万 km という、光速の 3% に迫る猛スピードで宇宙空間を駆け抜けることになる。

いて座 A\* 付近の複数の恒星の軌道を追跡した図。S0-2 の軌道を黄色で強調してある。(IMAGE BY KECK, UCLA GALACTIC CENTER GROUP) [画像のクリックで拡大表示]

「こうした天体は、人間の一生ほどの短い時間で変化が観察できます」とゲズ氏は言う。「私たちが目にする星座の配置は有史以来変わっていません。けれども重力場が非常に強い銀河系の中心部では、恒星はどんどん動いているのです」

S0-2 は楕円軌道上を運動するため、超大質量ブラックホールに近づくとときと遠ざかるとときがある。ゲズ氏らは、S0-2 が 2018 年 5 月にいて座 A\* に最接近する様子を観測したいと考えた。研究チームはチリとハワイのマウナケア火山の山頂にある望遠鏡を使って、同年 3 月から 9 月まで、この恒星の運動を詳しく調べた。

「恒星の軌道の形を詳細に知っておく必要があるのです」とゲズ氏は言う。「恒星がブラックホールに最接近して、最も強い重力場を経験しているときに、アインシュタインの一般相対性理論を検証できるときなのです」

これらの観測データを 1995 年から収集されてきた大量のデータに追加することで、S0-2 の軌道全体を 3 次元で計算することが可能になった。

## 重力が光を引き伸ばす

一般相対性理論を検証するため、研究チームは S0-2 の位置の測定結果と、その運動の観測結果とを合わせることで、「重力赤方偏移」と呼ばれる効果を測定した。

簡単に言うと、S0-2 がいて座 A\* に最接近すると、ブラックホールの強力な重力によって S0-2 から光のエネルギーが失われ、波長が長くなる。つまり、光のスペクトルが赤い方にずれるのだ。

天の川銀河の中心にあるブラックホールが一般相対性理論の正しさ示す

2019.07.29

### 【動画】アインシュタインの相対性理論の正しさをブラックホールで立証する

天文学者のアンドレア・ゲズ氏は、ブラックホールのまわりを公転する恒星のデータを 23 年間も収集してきた。

「超大質量ブラックホールの近くでは、重力はどのようなふるまいをするのでしょうか？ アインシュタインの理論は、重力についてすべてを語っているのでしょうか？」とゲズ氏は言う。アインシュタインが 1915 年に発表した一般相対性理論では、私たちが感じる重力は時空の曲がりから生じるとされている。「ニュートンの重力

理論では時間と空間は別々のもので、混ざり合うことはありませんでした。一方、アインシュタインの重力理論によると、時間と空間はブラックホールの近くでは完全に混ざり合っています」と彼女は言う。ゲズ氏の研究は、超大質量ブラックホールと一般相対性理論に関するこれまでで最も詳細な研究の1つだ。(解説は英語です)

「重力赤方偏移はスペクトルから読み解くことができます」とゲズ氏は話す。S0-2からの光は、秒速200km程度減速されたのに相当するエネルギーが失われていた。これは、いて座A\*と同じ大きさの重力を及ぼす天体について、アインシュタインの方程式が予想している数値とぴったり一致する。おまけに、この研究により、いて座A\*の質量と距離を、より正確に知ることができた。

科学者たちはこれまでも、より弱い重力場をもつ太陽系などのまわりでも、同様の方法で一般相対性理論を確認している。GPS衛星は地球の重力による相対論的效果をたえず補正しなければならず、それを行わないと、あらゆる種類の地図アプリを使ったナビゲーションが不可能になる。

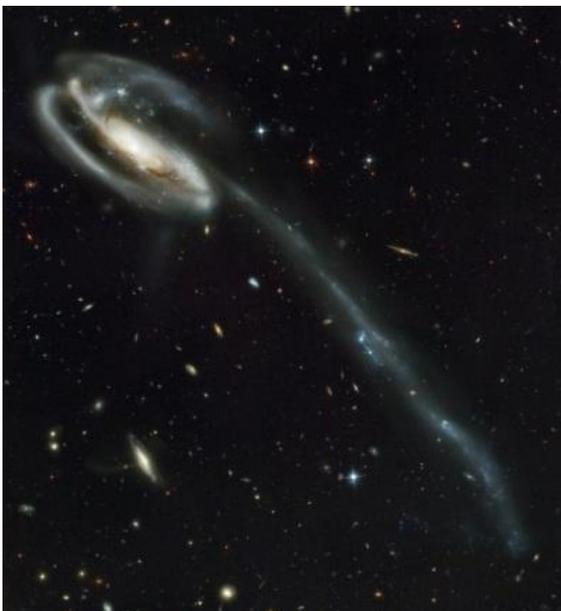
さらに、ドイツのマックス・プランク宇宙物理学研究所のGRAVITYチームは、数十年にわたって銀河系の中心部を調べていて、2018年、S0-2の光にゲズ氏のチームが今回発表したのと同じ重力赤方偏移を検出し、学術誌『Astronomy & Astrophysics』に発表している。

2つの測定で同じ結果が出たことは、重力のふるまいがニュートンのモデルではなくアインシュタインの理論と一致していることを示唆しているが、詳細に見ると食い違いもある。ゲズ氏は、この不一致は観測機器や基準系による系統誤差によって説明できるのではないかと考えているが、両チームが銀河中心の観測を続けていく上で、こうした誤差をなくしていくことがますます重要になるだろうと話す。

GRAVITYの主任研究者であるフランク・アイゼンハウアー氏は、独立した別々の測定により重力赤方偏移が確認されたのはすばらしいことだと言う。銀河系の中心の超大質量ブラックホールは、彼にとって、ブラックホールの物理学と重力理論のカギを握る天体であり続けている。

「銀河の中心に関する研究の未来は明るいと思います」と彼は言う。(参考記事：[「天の川銀河に1万個のブラックホール?研究成果」](#))

【参考ギャラリー】ハッブル望遠鏡 50 の傑作画像 (画像クリックでギャラリーページへ)



銀河系から遠く離れた4億2000万光年の位置にあるおたまじゃくし銀河。 NASA, H.FORD(JHU),G.ILLINGWORTH(UCSC/LO),M.CLAMPIN(STSCI),THE ACS SCIENCE TEAM,AND ESA

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

文=Nadia Drake/訳=三枝小夜子