

ブラックホール

ブラックホールは、あまりに大質量で高密度、強重力なために、吸込まれたら物質はもちろん光でさえ抜け出すことができない天体のことです。その名のとおり光を発していないため簡単に観測ができない謎の多い天体です。

ブラックホールは、アインシュタインの一般相対性理論で予測された天体(シュバルツシルトが提唱)です。

「ブラックホール」という呼び方は、1967年に米の物理学者ジョン・ホイーラーによって付けられました。

超新星爆発を起こすような重い天体の中でも、太陽質量の30倍を超えるような非常に重い星の最後に、超新星爆発を起こした後に残った中心核が、自らの力に耐えられず、さらにどんどんつぶれていって、最後にブラックホールになります。

2017年4月に、「イベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)」により、約5500万光年彼方にあるおとめ座方向の巨大楕円銀河M87の中心部を観測し、その中心に存在する超大質量ブラックホール(おとめ座A, NG 4486: 太陽質量の約65億倍・直径400億km)を撮影することに成功した。ブラックホールが直接撮影された史上初の快挙。

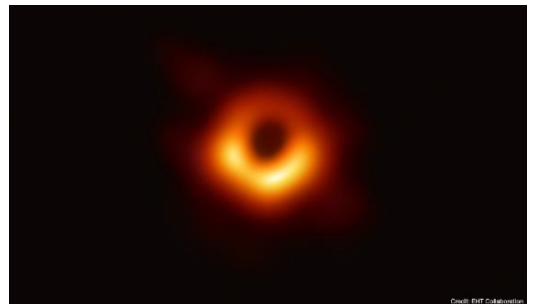
(計算処理後、2019年4月になって発表)

EHTは、ハワイや南米、南極など地球上6ヶ所に設置された電波望遠鏡(8基)が協力し、世界13か国、200人以上の研究者からなる国際プロジェクトである。人間の視力の300万倍に相当する解像度(ハッブル宇宙望遠鏡は約1500)を達成し、超高解像度で天体を観測することができる。

EHTは、2021年には地球上9ヶ所・11台の電波望遠鏡が参加している。



下図は、[銀河 M87](#) 中心の巨大ブラックホール(実観測)



ブラックホールの大きさ

※質量に比例して大きくなる。

通常の星とは異なり、質量が2倍になれば、半径も2倍になる

※因みに、恒星進化の理論から、白色矮星は1.4太陽質量、中性子星は2.6太陽質量以上のものは存在しないことが知られている。それ以上は、ブラックホールと考えられる。

(例)

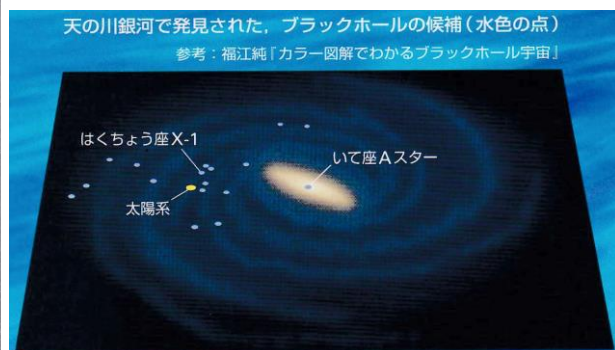
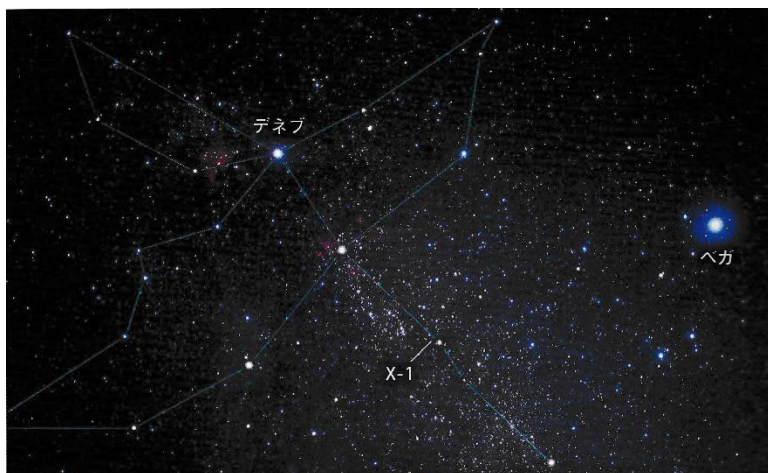
- ・太陽質量の10倍の場合：半径 約30km
- ・太陽質量の1億倍の場合：半径 約3億km (2天文単位)

注)ここで言うブラックホールの大きさとは、恒星が爆発してブラックホールになってからの大きさです

世界最初のブラックホールの候補はくちょう座 X-1 (6197 光年)でした。

このブラックホールは、地球から 2 番目に近く、1964 年、米・ニューメキシコ州のホワイトサンズから打ち上げられたロケットに搭載された X 線検出器で発見された最初の X 線源であった。

発見当初は、その位置精度が悪く天体が特定できなかったが、1971 年になって電波観測により、この天体からの電波がとらえられ、正確な位置が特定された。



因みに、現在確認されているブラックホールの中で、最も地球に近いブラックホールは、いっかくじゅう座 X-1 (約 3000 光年)。最大質量のブラックホールは、かみのけ座 NGC 4889 銀河の中心 (太陽質量の 210 億倍 : 約 3 億 800 万光年)。

また、天の川銀河の中心にも、太陽質量の約 360 万倍の質量を持つブラックホール「いて座 A*」が存在している。こちらも EHT で観測されており、データの解析が進められているところだ。現在、ほとんどの銀河の中心には、巨大ブラックホールがあることが分かってきている。

※最新情報

2020 年 5 月 8 日、ヨーロッパ南天天文台が、これまでで最も地球に近いブラックホール？ (ぼうえんきょう座 HR 6819、約 1000 光年の距離で、太陽質量の約 4.2 倍)を発見。

私たちの天の川銀河の中でこれまでに見つかっているブラックホールは 20 個ほどで、そのうち最も太陽系に近いものは「いっかくじゅう座 X-1」で、約 3000 光年。有名な「はくちょう座 X-1」は 2 番目の距離で、約 6000 光年の距離にある。今回の HR 6819 の距離は地球から約 1000 光年で、本当にブラックホールであれば、最も地球に近いブラックホールの記録を更新するものだ。

国際研究プロジェクト「イベント・ホライズン・テレスコープ (EHT)」と国立天文台らは、2022 年 5 月 12 日午後 10 時から記者会見を行い、天の川銀河の中心にある巨大ブラックホール (いて座 A*) の撮影に成功したと発表した。



◎初期宇宙のブラックホール形成の新しい知見

2019年に、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) を用いた観測で、地球から約 130 億光年離れた超遠方宇宙に大量の巨大ブラックホールが発見されたという研究成果が報告されました（注1）。この時、研究チームは、以後の多面的な追観測によって、初期宇宙での巨大ブラックホールの形成・進化について新たな知見が得られるとの期待を語っています。今回、この巨大ブラックホールを擁する銀河をアルマ望遠鏡で観測した結果、強烈な「銀河風」が吹き荒れていることが明らかになりました。



宇宙には幾多の銀河が存在していますが、多くの大型の銀河の中心には、太陽の数百万倍から数百億倍もの質量を持つ巨大ブラックホールが隠れています。興味深いことに、そのブラックホールの質量と銀河中央部（バルジ）の質量はほぼ比例します。一見当たり前のようですが、銀河とブラックホールの大きさが 10 桁ほど異なることを考えると、これはとても不思議な事実です。それほど大きさが違う 2 者の質量にきれいな比例関係があることから、天文学者は両者が何らかの物理的相互作用をしながら共に成長・進化した、

つまり「共進化」したと考えています。

銀河とブラックホールの共進化で重要な役割を果たすのが、銀河風です。巨大ブラックホールは物質を大量に飲み込んで成長します。このとき、ブラックホールの重力で高速運動を始めた物質から強烈なエネルギーが発せられることで、周囲の物質を外側に押し出すことができます。この影響が外側へ外側へと伝搬すると、やがては銀河全体に吹き荒れる風、「銀河風」にまで発達するでしょう。この銀河風によって、銀河全体から見るとごく小さなサイズのブラックホールから、銀河全体のスケールにわたる影響が生み出されるのです。

では、こうした銀河風は、138 億年の宇宙の歴史の中でいつ頃から存在したのでしょうか。これは、銀河と巨大ブラックホールがどのように進化してきたのか、という天文学の重要な問題に挑戦するための鍵となる問いです。

太古の宇宙の銀河風の存在を明らかにするため、泉拓磨国立天文台フェローらの国際研究チームは、すばる望遠鏡により発見された、巨大ブラックホールを擁する超遠方銀河 HSC J124353.93+010038.5（略称 J1243+0100）をアルマ望遠鏡で観測しました。J1243+0100 の放つ電波から、銀河に含まれるガスの動きを分析したところ、銀河の回転運動に加えて、毎秒 500 キロメートルもの速度で移動する強力なガス流が存在することがわかりました。これはまさに銀河風であり、銀河サイズの巨大な銀河風が見つかった銀河としては最も古い時代の観測例となりました。

泉博士らは、J1243+0100 の中で静かな動きを持つガスの運動も測定し、重力的なつり合いの関係から、この銀河のバルジの質量を太陽の約 300 億倍と推定しました。別の方法で見積もったこの銀河の巨大ブラックホールの質量はその 1 パーセントほどでした。この銀河のバルジと巨大ブラックホールの質量比は、現在の宇宙における銀河バルジ-巨大ブラックホールの質量比とほぼ一致していました。これは、宇宙誕生後 10 億年に満たない時代から、巨大ブラックホールと銀河の共進化が起きていたことを示唆しています。銀河とブラックホールが相互に影響を及ぼしながら成長してきた歴史の端緒を紐解く重要な発見です。