

超大質量ブラックホール ― 暗闇の秘密を探る ―

2024年2月15日 (完成稿)

脚本：Theofanis Matsopoulos

制作：BID4BEST

日本語版：合同会社アルタイトル

ナレーション：周藤孝樹

録音：(株) テイクス

協力：田島秀樹事務所 (有)

穏やかな夏の星空を眺めると、美しいものを感じます。

静寂な宇宙。

ただ、それが生きていて、激しい世界であることに誰も気がつかない……

しかし、科学は星空全体を眺めるのではなく、一つ一つの天体を詳細に観測し、様々なデータを記録していきます。

そこに隠れている宇宙の謎を明らかにするために、日々研究を積み重ね解き明かしていくのです。

科学者たちは、街から離れた山の上に巨大な光学望遠鏡を建設しました。

できるだけ多くの星の光を集めて、宇宙の秘密を垣間見ようとしているのです。

天文台は、街から離れているため、天体観測の妨げとなる都市の光を避けることができます。

また、高い山は、空気の透明度が高く、安定した観測が可能なのです。

さらにこの数十年の間に、科学者たちは大きな光学望遠鏡を宇宙に打ち上げました。

宇宙望遠鏡は、地球の大気に邪魔されることなく、宇宙の果てのわずかな光でさえも捉えることができます。

しかし、宇宙からやって来る電磁波は、私たちの目や光学望遠鏡が捉える光だけではありません。

それはすべての波長から放射されるので、様々な周波数で観測できる機器が必要となります。

例えば、電波やミリ波は、巨大なパラボラアンテナをたくさん並べて観測します。

これらは、昼夜関係なく、1日24時間、観測することができます。

このような観測施設にALMA（アルマ）があります。

チリのアタカマ砂漠の高地にあり、66台ものパラボラアンテナが、一つの巨大な電波望遠鏡となって観測することが可能です。

しかし、ガンマ線やX線、紫外線といった高エネルギーの電磁波は、地球の大气にほとんど吸収されてしまいます。

それらを詳しく調べるには、大气の影響を受けない宇宙がもっともよい場所です。

人工衛星に搭載された観測機器によって、以前では想像できなかった宇宙の姿を観測できるのです。

X線とガンマ線によって、宇宙で最も激しく印象的な現象を捉えることができるようになりました。

これらの観測によって、私たちは宇宙に対する見方を大きく変える、最も恐ろしい天体の姿を解き明かそうとしているのです。

《タイトル》

一般的な星は、その質量によって数千万年から数十億年輝き続けます。

そのエネルギーは、星の中心で水素やヘリウムによる核融合によって、より重たい元素に変わることによって発生するのです。

大きな質量を持つ星は、超新星という壮絶な爆発で最後を迎えます。

燃料を消費し、核融合できない元素で満たされると、非常に激しい爆発を起こして星のガスを宇宙に放出するのです。

その後、中心では自身の重力によって収縮し、恒星ブラックホールと呼ばれる非常に重い天体ができることがあります。

しかし、これがブラックホールのすべてではありません。

なんと太陽質量の数百万から数十億倍という、非常に重いブラックホールが銀河の中心部で見られているのです。

これが一体どのようなものか、それはもしかしたら星よりもさらに神秘的かもしれません。

この天体の重力は非常に重く、光でさえも出られないことから「ブラックホール」という名前が付けられました。

その重力によって空間と時間を大きく歪ませ、周りにあるものすべてのものを飲み込むことで、さらに成長していくのです。

星は、ブラックホールによって吸い込まれると、その周りに降着円盤を作り、内側に螺旋を描いていきます。

この円盤は、激しい動きによって温度が非常に高く、そのためガンマ線とX線が発生するのです。

それと同時に、強い重力と磁場がジェットを作り、光速に近い速度で動きます。

取り巻く星間物質に激しく影響を与え、あらゆる種類の電磁波を生み出すのです。

実はこの天体とそれに関係する現象は、長年にわたって多くの有名な科学者の研究によって、20世紀初頭から存在が予測されました。

ブラックホールはどのように観測され、確認ができるようになったのでしょうか。

光を發せず目に見えないため、天文学者はこれまでとは異なる方法によって挑戦し続けてきました。

ブラックホールは直接見ることはできませんが、それに関係する重力や降着円盤、関係する物質を観測することはできます。

そのため、放出されるジェットや降着円盤から出るX線やガンマ線などを観測することで、ブラックホールの場所を推測することができるのです。

もう一つの方法は、何かの影響で動いている星の軌道を調べることです。

それを計算すれば、そこに見えない天体があることがわかります。

また、まるでレンズのように光が曲がる現象を見つけることかもしれません。

2019年、世界中の電波天文台がグループを作って共同でブラックホールの観測を行いました。

「イベントホライズン・テレスコープ」という共同観測によって、M87銀河の中心にあるブラックホールの周りの光を最初に画像として作成することに成功したのです。

観測結果の画像は、一般相対性理論を用いて予測したリングを作りました。

これによって、ブラックホールの質量が太陽の65億倍であることも示されたのです。

中性子星のような2つの恒星の死骸が接近しすぎて、その重力によって合体してしまうことがあります。

それによって大爆発を引き起こし、大量のX線とガンマ線が放出するのです。

さらに、この時に重力波が発生し、地球で観測できることがあります。

実はこのような天体の合体現象は、2つのブラックホールでも起こります。

これは宇宙で最も激しい現象の一つであり、重力波という形で膨大なエネルギーを生み出すのです。

この宇宙の波紋は光の速さで移動し、その起源に関する情報や重力そのものの性質を知る手がかりを持っています。

近年、科学者たちは、地球を通過するこれらの重力の波紋を記録するための特別な観測所の開発に成功しました。

アメリカのLIGO（ライゴ）とイタリアのVirgo（バーゴ）は、非常に高感度のレーザー干渉計を用いて、それら重力波の検出を行っています。

長い筒にレーザーを発射して、わずかに揺れ動く重力を観測しているのです。

重力波の最初の直接観測は、2015年9月から行われ、2016年2月に2つの施設の共同研究によって発表されました。

これらの機器によって、これまで観測が難しかった重力波が検出されるようになっていったのです。

近い将来、LISA（リサ）と呼ばれる巨大な宇宙レーザー干渉計によって、超大質量ブラックホールによる重力波を検出することができるようになるでしょう。

実は、私たちの銀河系の中心にも、巨大なブラックホールが眠っていることがわかっています。

その近くの星の動きを調べたところ、ブラックホールの質量は、なんと太陽のおよそ400万倍もあることがわかったのです。

また観測よって、銀河系の中心から上下それぞれ25000光年にも及ぶガンマ線の大きな2つの膨らみを発見しました。

これらの膨らみは、私たちの銀河系の中心にある激しい現象によって放出されているのです。

電波銀河やクエーサー、ブレーザーといった活動銀河は、その中心から大量のエネルギーを放出しています。

これらの銀河の中心には、太陽の100万倍から数十億倍の超大質量ブラックホールがあり、膨大な物質が周りに存在しています。

中心から長くて高速なジェットが吹き出っていて、銀河からはるか遠くまで伸びているのです。

これらの活動銀河のほとんどは、私たちから数十億光年も離れています。

つまりそれらの活動は、数十億年前に起こったものなのです。

私たちの近くにある銀河は、ほとんどすべてに巨大なブラックホールがあると考えられています。実際には活動していないのです。

いくつかの超大質量ブラックホールは、宇宙誕生からわずか数億年後の早い時期に誕生したようです。

降着円盤から放出される放射線によって、周囲の空間が綺麗になるまで、物質を取り込んでその質量を増していきました。

その後、ガス雲や星が、ブラックホールの重力に近づいて落下すること、たまに活動的になりますが、普段は静かに眠っています。

しかし、これらの天体は、いったいどのようなように作られたのでしょうか？

どうやってこのように巨大になっていったのでしょうか？

宇宙誕生の直後にできたファーストスターと呼ばれる大質量の星が激しく最後を迎えたとき、巨大なブラックホールを作り出した。

そして、その周りにある大量の物質を飲み込んで成長していった……。

このシナリオはもっともらしく聞こえますが、最近の研究では、ブラックホールがそこまで大きくなる十分な時間がなかったとされています。

実は、宇宙が非常に若かった頃に、すでに超大質量ブラックホールを持つ活動銀河が存在していたのです。

そのようなことから、科学者たちは、巨大なガス状の雲の崩壊によって直接作られたのではないかと。

また最初の段階で、吸収や合体したりすることで形作られ、標準的なものよりも大きくなる可能性があるのではないかと考えています。

また超大質量ブラックホールは、新しい星の誕生を食い止めるほどの膨大なエネルギーを放出することで、銀河の進化に重要な役割を果たしているとも考えられています。

ただ、この重要な理論を裏付ける明確な証拠はまだ不足しています。

このような謎を解くには、より多くの知識が必要です。

そのためヨーロッパの研究機関が中心となって、**BID 4 BEST** (ビッド・フォー・ベスト) という組織を作りました。

世界中から多くの研究者を集め、超大質量ブラックホールの秘密を解き明かそうとしているのです。

科学者の努力によって、神秘的なブラックホールに迫ることができましたが、まだまだ秘密のベールに覆われた天体です。

これからもブラックホールの研究が進み、私たちが住んでいる宇宙について、もっと詳しくわかる日が来るかもしれません。