

# 銀河と共に進化する超大質量ブラックホール



谷口 義明

愛媛大学宇宙進化研究センター

私たちは銀河系（天の川銀河）という銀河に住んでいる。銀河系には約2,000億個もの星があり、その大きさは10万光年にも及ぶ（1光年は光が1年間に進む距離で、約10兆km）。宇宙には銀河系のような銀河が1,000億個程度あると考えられている。銀河には渦巻構造を持つ円盤銀河と回転楕円体構造を持つ楕円銀河（天球面に投影して観測すると見かけ上が楕円に見えるため楕円銀河と呼ばれる）がある。円盤銀河の円盤はもちろん回転運動をしている。楕円銀河の構造は星々のランダム運動（速度分散）でサポートされている場合が多いが、少なからず回転運動もしている。角運動量を持たない銀河はないということである。回転している銀河には中心があり、その場所は銀河中心核と呼ばれる。確かに銀河の写真を見てみると、銀河の中心部は明るい。そこには星の集団があるのだろうと考えられていたが、どうもそうではないケースがあることがわかった。1960年代のことである。

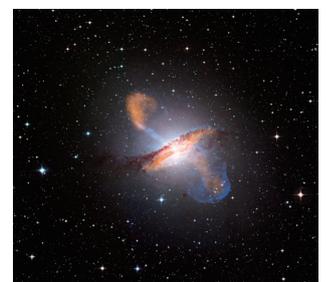
銀河の中には、中心部が異様に明るく輝いているものがあり、それらは活動銀河中心核と呼ばれる。これらの中心核から放射されるエネルギー量は星の集団では説明できない。そのため、超大質量ブラックホールによる重力発電が有力なエネルギー源であると考えられるようになった。つまり、銀河中心核にある超大質量ブラックホールに星やガスが降着し（質量降着と呼ばれる）、そのときに解放される重力エネルギーを電磁波に変換して明るく輝いているというアイデアである。では、活動銀河核を持つ銀河は特別で、普通の銀河の中心核に

は超大質量ブラックホールはないのだろうか？ 答えはノーである。最近の10数年の研究によって、ほとんどすべての銀河の中心には超大質量ブラックホールが存在することが明らかになってきたのである。その結果、驚くべきことがわかった。超大質量ブラックホールの質量は銀河の回転楕円体成分（スフェロイド：円盤銀河の場合はバルジと呼ばれる構造であり、楕円銀河の場合は銀河本体）の質量と非常に良い比例関係を示すことである。両者のサイズは約10桁も異なっているので、なぜこのような驚くべき関係があるのか大きな問題としてクローズアップされたのである。なぜなら、この事実は、ブラックホールが銀河と共に進化してきたことを意味するからだ。ブラックホールの重力圏は銀河のスケールに比べれば極端に小さいので、共進化はブラックホールと銀河とがお互いに何らかのフィードバックを与えつつ進化してきたことを意味する。さらに、最近では、宇宙の年齢がわずか8億歳の頃に、太陽質量の10億倍を超える超大質量ブラックホールが既に形成されていることが発見され、その起源も謎となっている。このような超大質量ブラックホールを短期間で作るには、種となるブラックホールの形成のみならず、どのような物理過程でブラックホールが大質量を獲得していくのかは不明のままである。銀河衝突などのトリガーの要素も取り入れた研究が行われている。本稿では、観測的な進展も合わせて、超大質量ブラックホールと銀河の共進化についての現状を解説し、今後の研究の展望について言及する。

—Keywords—

**超大質量ブラックホール：**  
太陽質量の100万倍から数10億倍の質量を持つブラックホールのことで、銀河の中心核に存在している。ちなみに、太陽質量の1億倍の質量を持つブラックホールの半径は3億kmでしかない。典型的な銀河の大きさは数万光年（ $\sim 10^{18}$  km）なので、銀河は超大質量ブラックホールに比べて約10桁も大きい。

**質量降着と活動銀河（中心）核：**  
銀河中心核のうち、電磁波やジェットとして莫大なエネルギーを放出しているものを活動銀河（中心）核と呼ぶ。最も明るいクラスの活動銀河核はクェーサーと呼ばれ、それらの光度は太陽光度の1兆倍を超える。この莫大なエネルギーの起源は超大質量ブラックホールにガスや星などが落ち込むこと（質量降着）によると考えられている。



電波ジェットを有する活動銀河核の代表例の一つ、ケンタウルスA。赤い色は電波（サブミリ波）、青い色はX線で得られたイメージ。（NASA, CXO）