

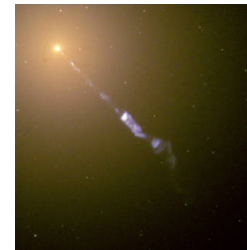
AGN とジェット

AGN とは

多くの銀河の中心部には、巨大な (太陽の質量の 10 億倍程度) ブラックホールが存在すると考えられており、その中心天体と降着円盤は活動銀河核 (AGN) と呼ばれています (Figure 12.). こうしたブラックホールの強い重力場は、降着した星間ガスのエネルギーを電磁波の放射に変え、銀河全体と同程度の明るさで輝くことが知られています。

AGN の特徴の一つに、「ジェット」と呼ばれるものがあります。これは一部のガスが光速に近い速度で射出される現象を指し、銀河中心から数 kpc に及びます。ジェットの謎としては、

- ガスがどのような機構で加速され、光速の 99.99% 以上に達するのか
- ジェットが非常に細く絞られる現象 (コリメーション) は何によるものか
- AGN と母銀河の共進化にジェットが関連しているのではないか



といったものがあり、理論や観測、シミュレーションを駆使した研究が盛んに進められています。

Figure 12. M87 のジェット. 左上の銀河中心ブラックホールから右下に向けてジェットが観測されています.[1]

ジェットのシミュレーション

ジェットのシミュレーションを行う際には一般相対論・流体力学・電磁気学を組み合わせた一般相対論的磁気流体力学 (GRMHD) が用いられます。

GRMHD の支配方程式を単純に積分すると、時間が経つにつれて不安定になったり、ジェットの構造が観測とずれてしまったりといった様々な困難が生じます。この困難を解決するために、より高精度なスキームを用いたり、数値計算の精度を上げたりといった工夫が行われています。また、ジェットの外部との相互作用を考えたり、個々のイオン粒子に着目してそのミクロな物理の影響を考えたりと、様々なアプローチが用いられています。

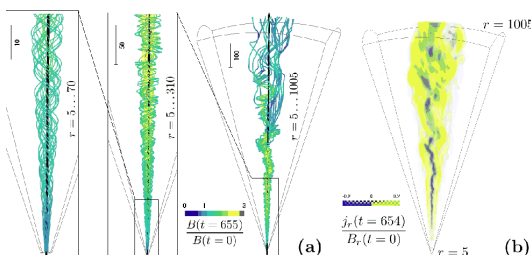


Figure 13. ジェットの数値シミュレーションの結果. 左3つは磁場、右は電流密度の分布を示しています.[2]

SMBH と銀河の共進化

母銀河と銀河中心の大質量ブラックホール (SMBH) がともに影響を及ぼしあって進化を遂げているということを「母銀河と AGN が共進化する」といいます。

共進化の証拠の一例としては、母銀河と SMBH の質量間の相関関係が挙げられます。実際、銀河内の星の速度の分散 (散らばり具合) と、銀河中心部 SMBH の質量には、明確な相関関係が観測されています。

また、AGN の放つジェットは大きなエネルギーを持っているため、銀河内の星間物質の冷却や星形成を阻害する、AGN フィードバックという働きで銀河全体の進化に深く関わっていると考えられています。

参考文献

- [1] NASA and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)
- [2] R. Moll. "Decay of the toroidal field in magnetically driven jets." *A & A* 507 (3) 1203-1210, 2009.
- [3] Boettcher M., Harris D. E., Krawczynski H. "Relativistic Jets from Active Galactic Nuclei." Wiley-VCH, 2012.