

## 荷電ブラックホールによる高次元重力理論の検証

加納 大己 (宇宙物理学教室)

一般相対性理論は最も適応範囲の広い重力理論であり、様々な観測的テストをクリアしていて今のところ、綻びは見つかっていない。しかし、ブラックホール内部の特異点の存在を予言することや、重力場の量子化が成功していない、などの問題がある。

これに対し、量子重力理論を含む物理の究極理論の候補として超弦理論がある。一般相対性理論では、ブラックホールが電荷を持っていても、すぐに反符号の電荷を引き付けて中性化してしまうため存在しないことが期待される。一方、超弦理論が成立するには10次元時空が要請されるが、これを4次元時空までコンパクト化にする際に、ゲージ場のベクトルポテンシャルが副産物として現れる。このゲージ場によって、大きな電荷を持つブラックホールが存在できる可能性がある。従って、荷電ブラックホールの存在を検証することは、超弦理論に代表されるような高次元重力理論の存在を示唆する。

非荷電ブラックホールと荷電ブラックホールを判別する方法として、2019年にM87銀河の中心にある超巨大ブラックホールに対してその撮像に成功したブラックホールシャドウの観測が挙げられる。これは、ブラックホール周りのガスに存在する光子が、強い重力によって軌道が曲げられながらも地球に届いた光を観測したものである。光子の軌道はブラックホール質量と電荷に依存するため、電荷の有無で軌道が変わりシャドウの形が変わるはずである。

そこで本論文では、シャドウを計算する数値コードを作成し、荷電ブラックホールと非荷電ブラックホールで、リング状のシャドウの外径と内径、その差の電荷依存性を調べた。その結果、ブラックホールから非荷電ブラックホールの事象の地平面の半径の6倍離れた所から光子を飛ばしたとき、非荷電ブラックホールと、最大電荷の荷電ブラックホールを比べると、荷電ブラックホールの方が、内径が10%小さくなること分かった。そのため、10%の範囲で内径を同定することができれば、非荷電、荷電ブラックホールを区別できる可能性があることが分かった。対して、ブラックホールが持つ電荷の大きさが最大の20%程度だった場合には、 $10^{-4}$ 程度しか小さくならないので、同定には極めて高い空間分解能が必要であることも分かった。