

ブラックホール研究の最前線

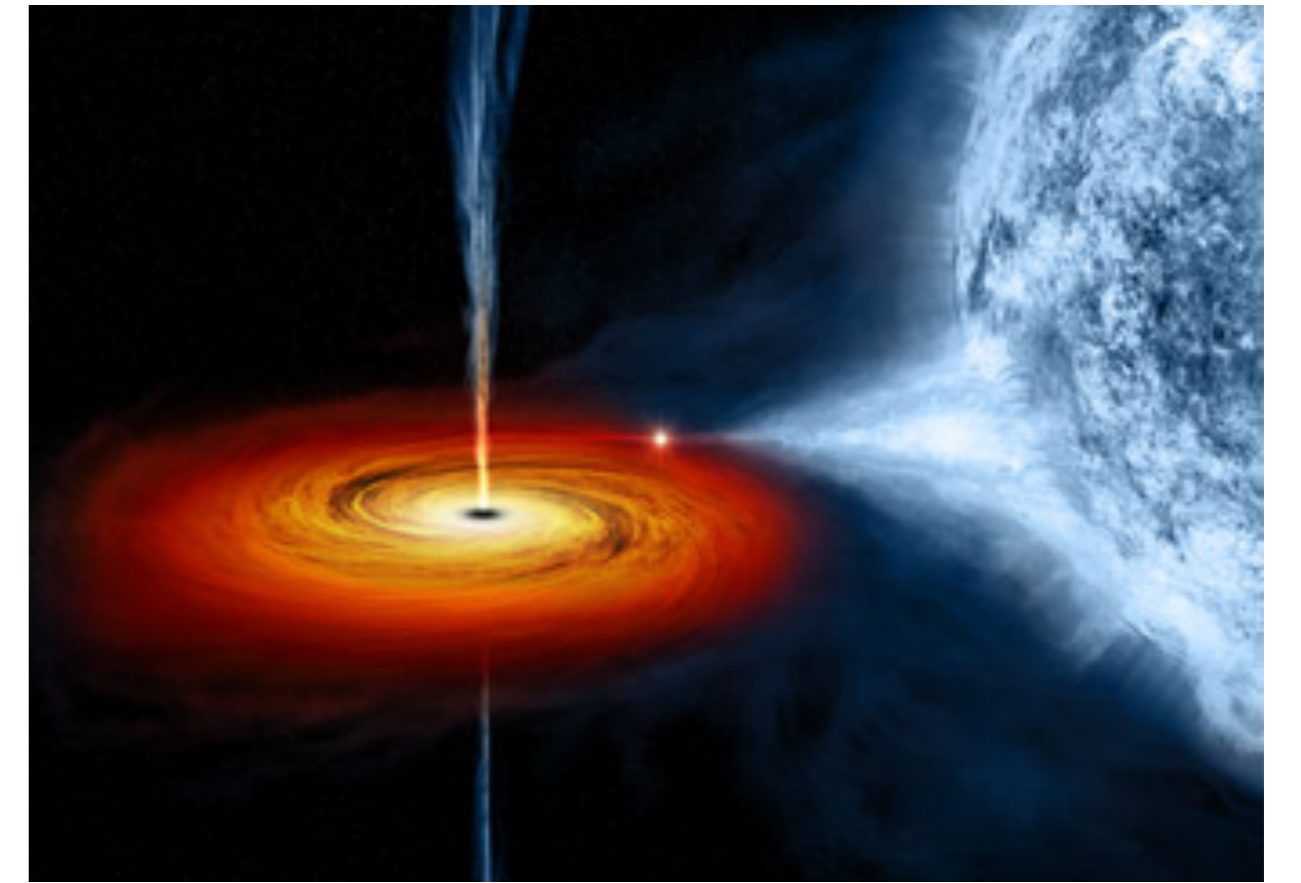


とても大きな質量が小さな領域に存在すると、強い重力によって光でさえも脱出できません。そのような時空の領域を「ブラックホール」と言います。地球の質量が半径9mmの球に押し込まれるとブラックホールになります。

● ブラックホールは明るい天体？

ブラックホールは周囲のものを強い重力で引き込みます。星が近くにあるとばらばらに破壊され、降着円盤とよばれるガスの流れが作られます。中心ほど速く回転し、ガス分子の衝突で強いX線を放出します。また、速度が速い粒子の一部はブラックホールに吸い込まれずに、ブラックホールの回転軸方向にジェットと呼ばれる形で放出されます。これらはとても明るく輝くので、正体不明の明るい天体が発見されると、天文学者はブラックホールがエネルギー源ではないかとまず考えます。

▼想像図(NASA)



● ブラックホールの直接撮像に成功



▲ M87銀河中心のブラックホール (国立天文台)

国立天文台(水沢)のチームを含むイベントホライズンテレスコープのプロジェクトは、世界の主要な電波望遠鏡を用いた同時観測によって、ブラックホールの撮像に成功しています。

2019年に発表されたのは、M87銀河(5500万光年先)の中心にある太陽質量の65億倍のブラックホールのもので、2022年に発表されたのは、私たちの銀河系中心(2.8万光年先)のブラックホールです。

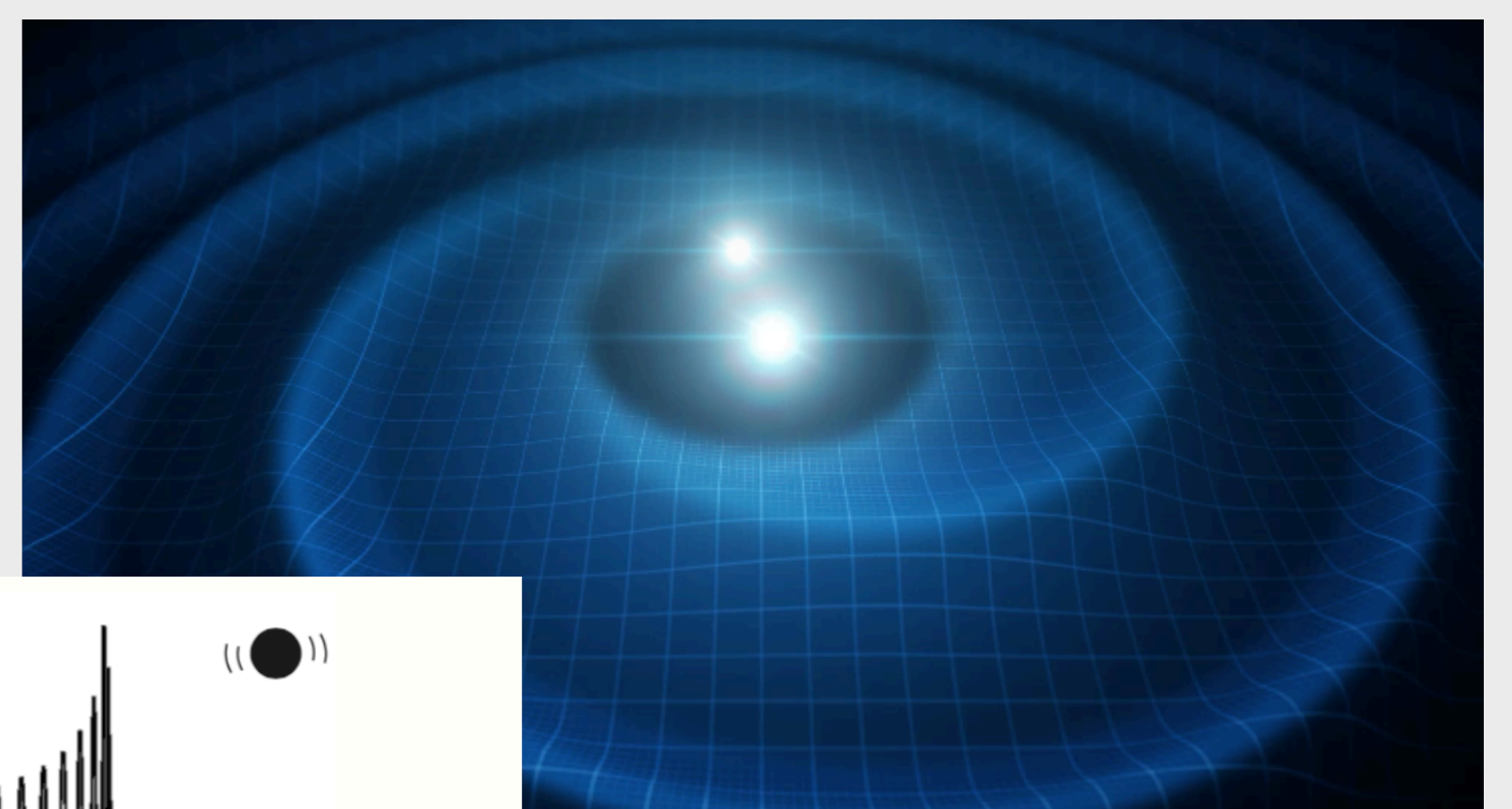
どちらも5日分のデータを3年近く解析して得られた1枚の写真です。ブラックホールに巻きつく光が輪のように見えています。2023年9月末には、M87中心のブラックホールが11年周期で自転していることも報告されました。



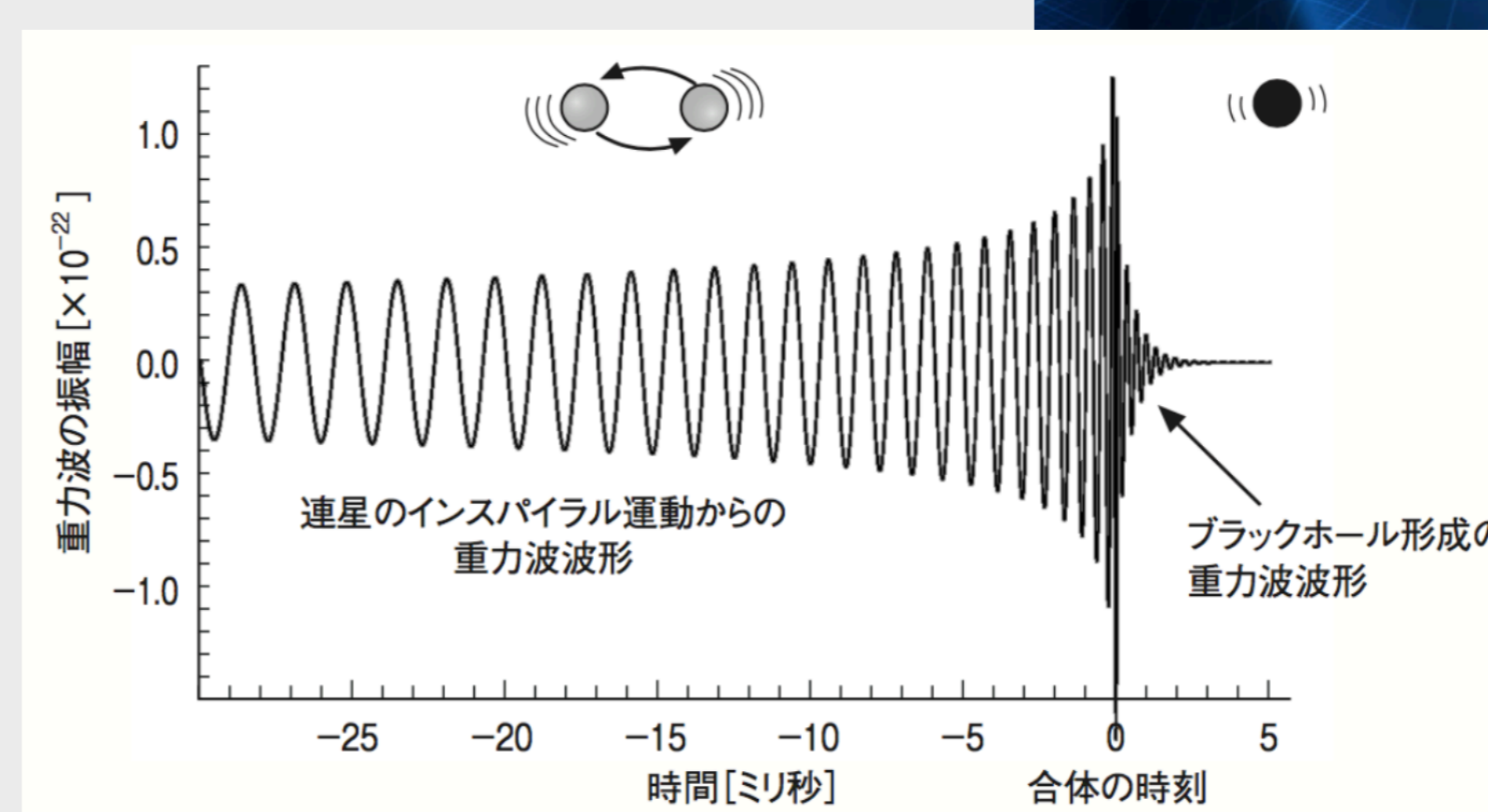
● ブラックホールは合体して成長する

重力波とは時空のゆがみが光速で伝わる現象です。ブラックホールが連星を形成して合体することが、2015年に重力波観測によってはじめて明らかになりました。そして2020年までに85例が観測され、ブラックホールの質量分布がわかりつつあります。アインシュタインの理論に破れがないことも報告されています。

2023年5月から始まった日米欧の共同観測 (LIGO-Virgo-KAGRA Observation 4)では、50以上のブラックホール合体が観測され、天文学者にその情報が共有される体制が取られています。



▲ アニメーション (NHK)



◀ 真貝寿明『ブラックホール・膨張宇宙・重力波』(光文社新書, 2015年) より

● ブラックホールはどのようにできる？

太陽の20倍以上の質量の星が燃え尽きて重力崩壊すると、ブラックホールになります。また、重力波の観測によって、ブラックホールが合体して成長することもわかりました。しかし、重力波によって発見された最大のブラックホールは、観測可能な周波数の限界もあって、太陽質量の150倍のものまでです。

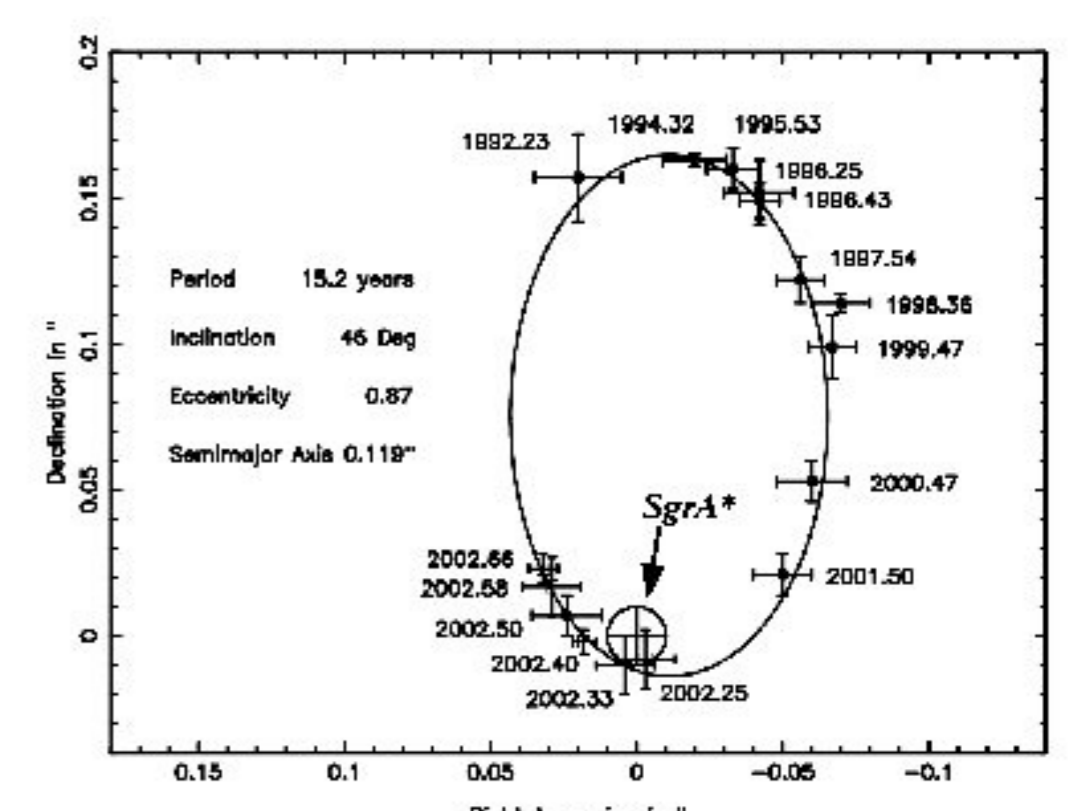
銀河中心にある超巨大ブラックホールの形成過程は、いまのところ謎です。合体成長してできた説と、巨大ガスがはじめに崩壊してできた説があります。将来的には、2030年代に、宇宙空間で行う重力波観測によって明らかにされることでしょう。

● ブラックホール研究にノーベル物理学賞

私たちの銀河系の中心には、太陽質量の400万倍のブラックホールが存在することを観測によって明らかにしたラインハルト・ゲンツェルとアンドレア・ゲズ、そして一般相対性理論を考えるとブラックホール形成が自然におこることを数学的に示したロジャー・ペンローズが2020年のノーベル物理学賞を受賞しました。



▲ ノーベル財団のページより



天の川銀河中心の星の楕円軌道の焦点に、ブラックホールがあると考えられた。ゲズの論文より ▶