

ミリ波観測による銀河系中心 Sgr A* の短時間変動

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻修士課程1年
コンパクト27c 遠藤 渉 (endo@vsop.isas.jaxa.jp)

ブラックホール(以降 BH と表記)とは、一般に太陽の30倍以上も重い恒星が死に際に爆発し取り巻くガスを吹き飛ばし、最終的に中心に残った核がその起源だと考えられています。このように太陽質量程度の BH もある一方で、星の大集団である銀河の中心部には太陽質量の数千万~数百億倍もの超質量ブラックホール(Super Massive Black Hole:以降 SMBH と表記)と呼ばれるものもあり、この SMBH がどのようにして形成されたのかは現在のところ確証的な説明はありません。そのため私はこの SMBH の起源に興味を持つようになりました。

超質量ブラックホールは主に銀河の中心部にあります。そこで最も身近にある SMBH を探ろうと思い、私たちの住む天の川銀河(銀河系)中心部に注目しました。銀河系中心には太陽の約360万倍の質量をもつ SMBH がある事が観測でわかっています。これを観測する事で、SMBH の起源について何が分かるのではないかと考えています。この領域を Sagittarius A(Sgr A)と呼んでおり、銀河系の力学的中心に位置する BH 候補の天体は Sagittarius A*(Sgr A*)と呼ばれています。

しかし、ブラックホールはその重さゆえ光さえ脱出することができません。物体が BH へ落ちて行く様子を外から観測すると、相対論的な効果によってその物体の時間の進み方が次第に遅くなるように見え、最終的には観測者からは物体は BH の境界面(事象の地平面と呼ばれています)の位置で永久に停止しているように見えます。それと同時に、物体から放たれた光は救急車のサイレンと同様にドップラー効果を受け、中心部に落ち込んで行くにつれその波長が大きくなっていき赤くなり、可視光から赤外、電波へとうつり、事象の地平面に達すると完全に見えなくなってしまう。つまり、外から我々が BH を観測しようとしても BH からの光を直接観測する事は不可能なのです。

それではどのようにして見えないブラックホールを「観測する」ことができるのでしょうか?その答えは周囲の物質にあります。BH は周囲の星やガスなどを吸い込むが、それらが降着円盤と呼ばれる円盤を形成し回転しながら BH に落ち込んで行きます。その際、ガス同士の摩擦などにより熱と光が発生するた

め、その降着円盤からの光を観測することで BH を間接的に観測することができます。光を発する降着円盤のある塊は BH の周囲を回転しているので、この光を観測すると時間で強度(明るさ)が変動する様子が見られるはずです。BH に近ければ近い程その変動周期も短く、ある予測モデルでは 16 秒程度の変動があると言われていています。現在までで数日～数週間スケールでの変動はいくつも見つかっていましたが、短時間スケールでの変動は電波の領域ではまだ見つかった例は多くありません。この 16 秒の変動が見つかり、銀河系中心では数少ない短時間変動の発見となり、またこの変動から中心に存在する SMBH に対して物理的な制限(例えば BH の質量、半径等)を新たに加える事ができます。

銀河系中心 SMBH の観測は色々な波長光で観測が行われてきましたが、現在は電波の波長を用いてその構造に迫るため、野辺山にあるミリ波干渉計で 1996 年～2008 年までに行われた銀河中心のモニター観測のデータを用いて解析を行っています。電波の領域では、シンチレーションと呼ばれる現象によって観測対象の視直径が観測する波長の 2 乗に比例して大きくなるという「 λ^2 乗則」があるため、波長が cm 程度のセンチ波よりも mm のミリ波での観測が望ましいと考えています。今回私は、波長 2mm、3mm(振動数に換算すると 150GHz、100GHz)のデータを用いて解析を進めています。

先行研究によって、電波で数時間スケールでの変動も見つっていますが、この野辺山のモニター観測(長期間に渡る観測)のデータはまだ解析が不完全なため、これを行う事でより短い変動を発見し、果ては 16 秒の真偽を確かめたいと思っています。

一方、銀河系中心は夜空では射手座の方角にあります。従って、日本の電波干渉計やアメリカの VLBA ではなく、南半球にある ATCA(豪)や近々観測を開始する ALMA(チリ)で観測すると、銀河中心が天頂付近を通過し長時間の観測が可能になります。さらに ALMA はこれまで以上の性能を誇っているため、精度良い観測が期待できるのではないかと思います。