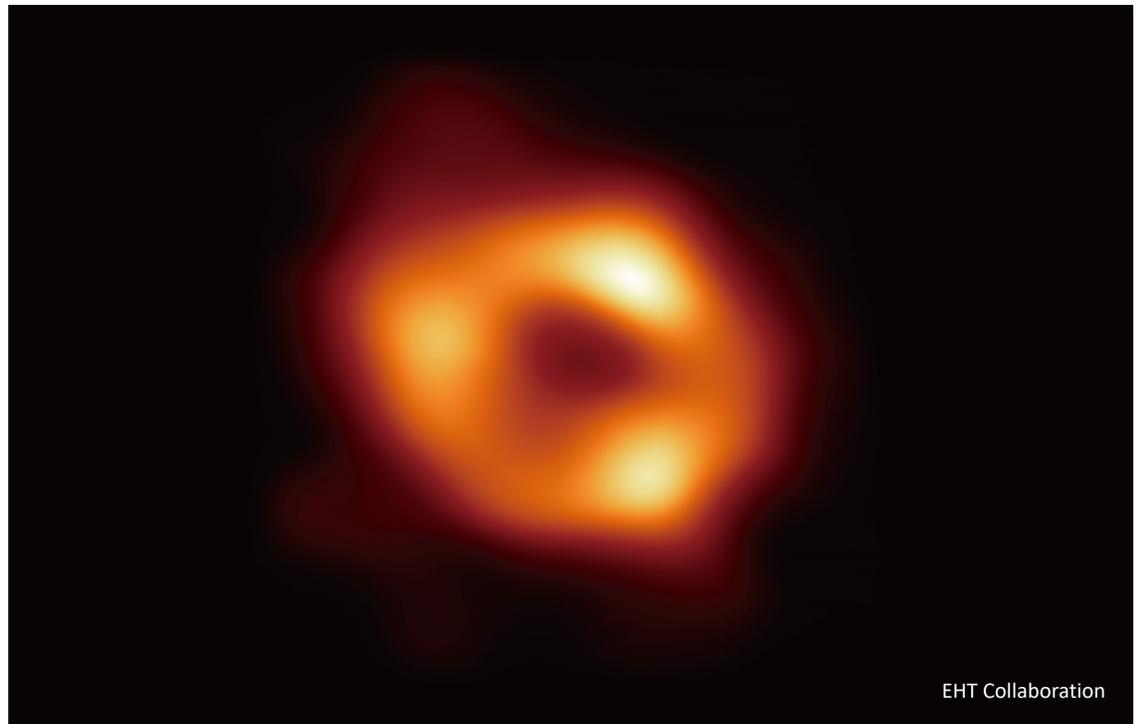


速報！**イベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)、
天の川銀河中心のブラックホールを遂に捉えた！**

観測から約5年の時を経て、ついにイベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)が捉えた天の川銀河の中心にある超大質量天体、いて座A*^{※1}の姿が公開された。これにより、いて座A*がブラックホールである直接的な証拠が得られたのみならず、画像中のリングの大きさがアインシュタインの一般相対性理論の予言と非常によく一致していたのである。さらに、M 87銀河の中心にあるブラックホールに続く2例目のブラックホール画像が捉えられたことで、両者の比較も可能になった。多くの銀河の中心に存在する超大質量ブラックホールの謎を解明する、大きな一歩といえるだろう。



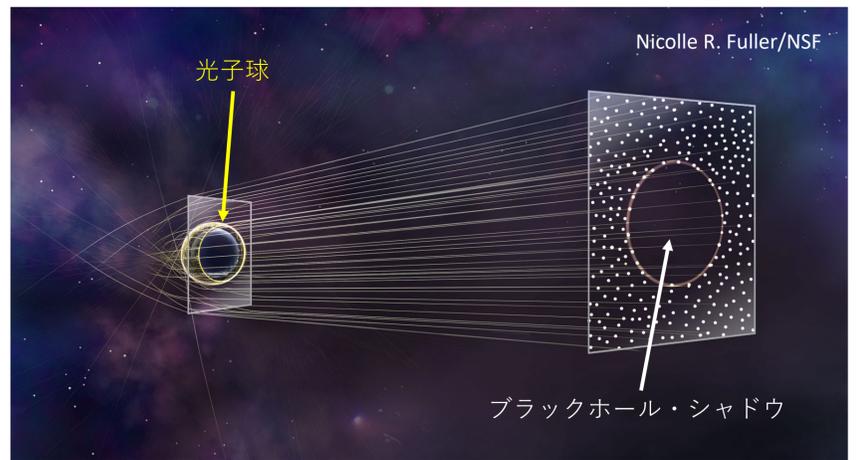
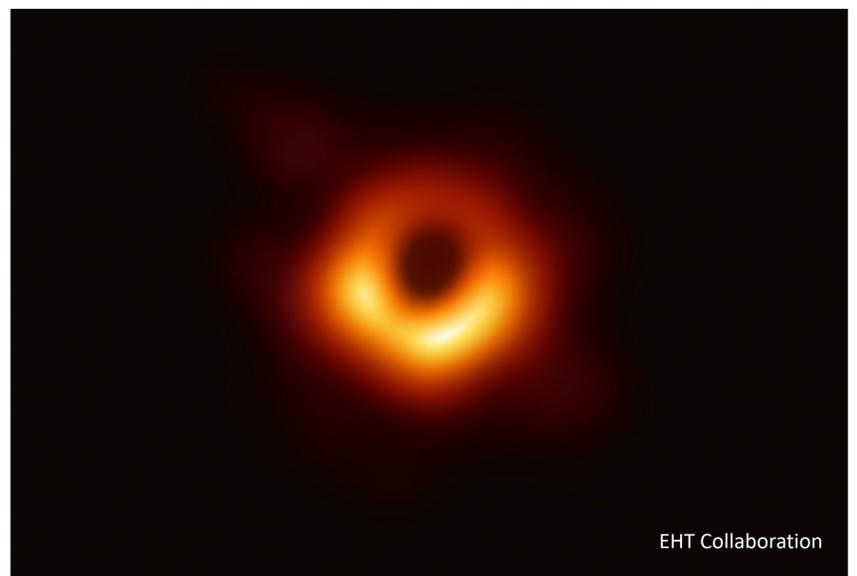
▲EHTが捉えた史上初の天の川銀河の中心にあるブラックホールの画像

I 捉えられたリング

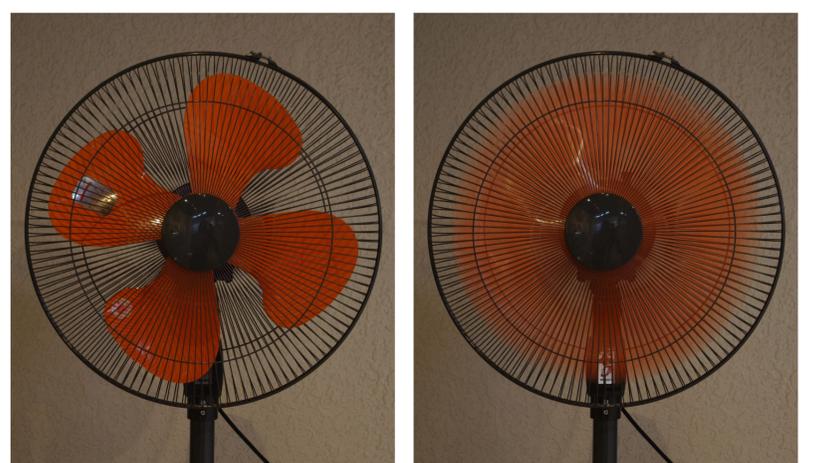
いて座A*の観測は、2017年4月5・6・7・10・11日に行われました。今回発表されたのは主に4月7日の成果です^{※2}。公開されたのは、M 87のときと同じような、でも見た目は異なる“リング”でした。勘違いされることも多いのですが、リングの穴がブラックホールではありません。ブラックホールは重力がとて強く光でさえ脱出できない天体として知られ、光が脱出できなくなる境界を“事象の地平面=イベント・ホライズン”といいます。事象の地平面のすぐ近くでブラックホールの強い重力に捕まった光(光子)は、一部はブラックホールに吸い込まれ、また一部は重力によって曲げられ外へ飛んでいきます。その境界を“光子球”といいます。画像のリングはその光子球を表していて、内側の暗い領域をブラックホール・シャドウといいます。事象の地平面の直径はシャドウのそれよりも小さく、ブラックホールが自転していなければリングの直径の5分の1、最大速度で自転していれば5分の2程度だそうです。

II どこまで“リアル”か？

今回の画像を見てみると、M 87のブラックホールの画像と比べリングがひしゃげているように見えます。また、明るい領域が3つあります。これらの“正体”はまだわかっていません。M 87のときは、観測データ画像化の確からしさを確認するため3つの異なる方法が用いられましたが、今回はさらに新たな方法が1つ加えられました。従来の方で合成された像は、リングがひしゃげていなかったそうです。また、得られた画像は一晩に観測されたデータを合成したのですが、いて座A*の姿は数分以下という短時間で変化するため、右の扇風機の画像のように、10時間に及ぶ観測時間中の

▲ブラックホール周囲の光の軌跡
原理的にブラックホールをどの方向から見てもリング状に観測される。

▲EHTが撮影したM 87銀河中心のブラックホールの画像



▲回転する扇風機を短時間露光(左)と長時間露光(右)で撮影

※1 いて座エースターと読む。星座にある電波源には電波が強い順にA、B、C...とアルファベットが振られる。いて座Aはさらにいくつかの構造に分かれ、そのうち最も強い電波を放射している領域をいて座A*という。

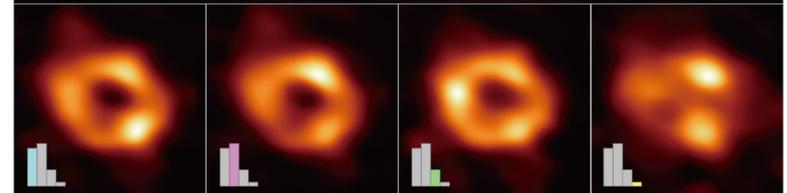
※2 この日が、EHTすべての局が観測に参加し、かつ一日当たりの観測時間が最も長い日であった。

動きが均されたものになっています。得られた何千枚ものいて座A*の画像を似た4つのグループに分けて平均化したものを見ると、明るい領域の場所が異なっていることがわかります(最も右の画像ではリング構造自体が不明瞭です)。明るい領域は本当に存在しているのか？だとすればなぜ明るいのか？その問いに対する確実な答えは、まだないようです。

そもそも、公開されているEHTによるM 87の観測データを独自に解析した結果、リング構造は現れなかった、とする研究成果も発表されています。観測結果は、多くの研究者による検証の積み重ねで確かなものとなっていきます。そして、その営みこそが科学といえるでしょう。今回の成果も、今後、さらなる観測・解析・検証が期待されます。

III EHTとは？

イベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)とは、複数の電波望遠鏡を組み合わせて1つの電波望遠鏡として観測する電波干渉計です。2017年の観測時には南北アメリカ大陸やハワイ、南極大陸などにある8つの観測施設が参加し、口径1万kmの電波望遠鏡に匹敵する解像度が得られました。観測波長は1.3 mmのミリ波です。



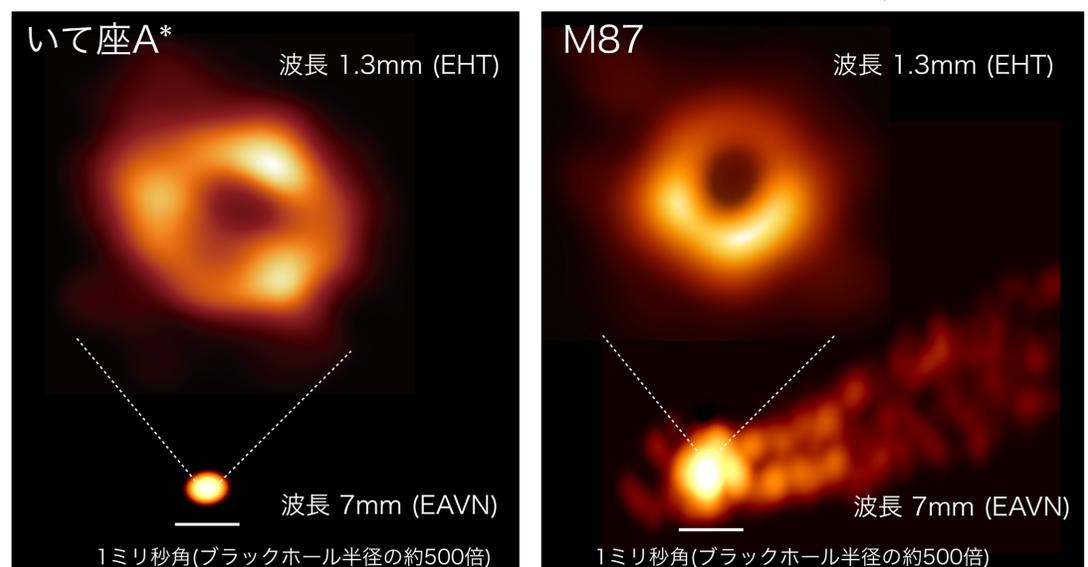
▲EHTによるいて座A*の最終画像と、元になった画像を4つに分類して平均したもの(下)棒グラフはそれぞれのグループに属する画像の数を示している。

EHTには、2021年までに新たに3つの観測施設が加わりました。望遠鏡の数が増えたことで感度が上がり、より質の高い画像が得られるでしょう。また、2021年からは、より波長が短い電波(0.87 mm)でも観測を開始しています。波長が短くなるとより細かい構造を見ることができるようになります(視力が上がる)。感度と視力が上がることで、念願だったブラックホールの“動画”を撮影することができるようになるかもしれません。

◀2017年4月の観測におけるEHTに参加した望遠鏡の配置

IV 天の川銀河 VS M 87

いて座A*とM 87それぞれの中心にあるブラックホールは何が異なるのでしょうか？ブラックホールの性質を決める大きな要素の一つが質量ですが、いて座A*の質量が太陽の約400万倍である一方、M 87のブラックホールの質量は太陽の65億倍もあります。これは銀河中心の超大質量ブラックホールの両極端な例といえるでしょう。光のリングの大きさは重力が強い、すなわち質量が大きいほど大きくなります。それでもほぼ同じ大きさに見えるのは、地球からの距離がいて座A*は2万7000光年ほどなのに対し、M 87のブラックホールは5500万光年も離れているためです。また、M 87のブラックホールからはジェットが放出されています(いて座A*からは放出されていません)。ジェットの放出メカニズムは現代天文学最大の謎の一つです。EHTによるM 87の観測画像にはジェットが写っておらず、この謎の解明は今後への“宿題”となりました。



▲いて座A*とM 87のブラックホールの比較画像
上がEHTの観測で、下が東アジアVLBI観測網の観測で得られた広範囲の画像。

いて座A*とM 87の比較

	いて座A*	M 87中心のブラックホール
質量	太陽の約400万倍	太陽の約65億倍
地球からの距離	約2万7000光年	約5500万光年
母銀河のタイプ	棒渦巻銀河	楕円銀河
活動性	静穏	活動的
夜空での位置	いて座	おとめ座