

令和3年3月25日

報道機関 各位

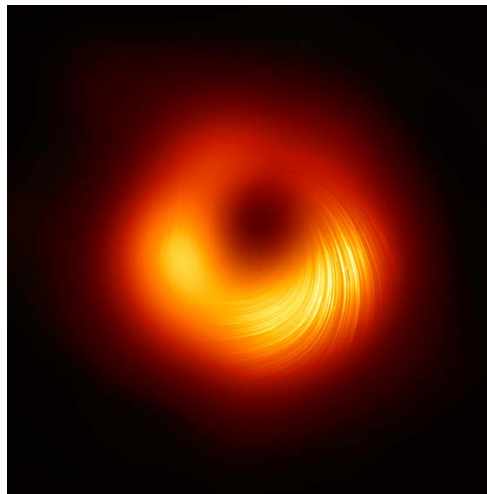
東北大学学際科学フロンティア研究所
東北大学大学院理学研究科

イベント・ホライズン・テレスコープ・プロジェクトが M87 ブラックホールごく近傍の磁場の画像化に成功

【概要】

ブラックホールの画像を初めて撮影したイベント・ホライズン・テレスコープ (Event Horizon Telescope; EHT) プロジェクトが、楕円銀河 M87 の中心にある巨大ブラックホールのごく近傍で、電波の偏光を捉えることに成功しました。これは、ブラックホールの周りに整列した磁場が存在することを初めて直接的に示す成果です。この観測結果は、5500 万光年離れた銀河の中心からどうしてパワフルなジェットを噴出できるのかを説明する鍵となります。

EHT プロジェクトには、理論解析班に東北大学学際科学フロンティア研究所の眞賢二准教授(大学院理学研究科兼務)が参加しています。



M87 ブラックホール近傍の偏光画像。白線の向きは偏光の方向と一致し、ブラックホール周辺の磁場の向きと関係している。画像クレジット: Event Horizon Telescope Collaboration

【詳細な説明】

「私たちが今見ているのは、磁場がブラックホールの周りでどのように振る舞うか、そしてこの非常に小さい領域から銀河をはるかに超えて広がる強力なジェットがどう噴出するかを理解するためにとっても重要な証拠です。」EHT 偏光作業班の取りまとめ役で、オランダ・ラドバウド大学のモニカ・モシチブロッツカ助教は、このように述べています。

2019年4月10日、科学者たちはブラックホールの最初の画像を公開し、ブラックホール・シャドウという暗い領域と、その周りの明るいリング構造を明らかにしました。それ以来、EHT プロジェクトは、2017年のM87 観測データを深く解析し、M87 ブラックホール周辺の大部分から来る光が偏光していることを発見しました。

「光の偏光からは天体物理において基礎となる磁場の情報を引き出すことができます。今回の結果はブラックホール近傍という極限状態における磁場の構造を初めて描き出しました」と、EHT プロジェクトのメンバーで広島大学宇宙科学センターの笹田真人特任助教は述べています。

偏光サングラスのレンズのようなフィルターに光を通すと、特定の方向にかたよった光（偏光）だけが通り抜けます。また宇宙空間では、磁化された高温のガスから放射された光は偏光しています。偏光サングラスが、水面などで反射した光が偏光する性質を利用することで、反射による眩しさを抑えてよく見えるようになるのと同じように、天文学者は偏光現象を捉えることで、ブラックホール周辺で発する光の中から、そこで起きている現象を鮮明に教えてくれる情報だけを抜き出すことができます。つまり、ブラックホールのごく近くにある磁力線を描き出すことができるのです。

「新たに公開された偏光画像は、磁場によってブラックホールが物質を『食べ』、強力なジェットを噴出する方法を理解するための鍵となります」と、EHT で理論解析班の取りまとめを務める上海交通大学李政道研究所の水野陽介 T.D. Lee フェロー兼准教授は述べています。

M87 中心核から噴出して 5000 光年以上にわたって伸びる明るいジェットは、銀河がもつ最も神秘的でエネルギーに溢れた特徴の 1 つです。周囲にあるほとんどの物質がブラックホールに落ちる一方で、一部の粒子はブラックホールの重力に捕まる寸前に逃れ、ジェットとして宇宙空間に吹き飛ばされます。

天文学者は、ジェットの噴出現象をよく理解するために、様々な仮説に基づいてブラックホールの近くで物質がどのように振る舞うかを調べてきました。しかし、場合によっては銀河の大きさを超えるほどのジェットが太陽系と同じくらい小さい領域からどのように噴出するのか、どのように物質がブラックホールに落ちるのかという問題は、未だ正確には解明されていません。EHT が新たに公開したブラックホールのごく近傍の偏光画像を用いて、落ち込む物質と噴出する物質とが交錯するブラックホールのすぐ外側の領域を初めて調べることができました。そして理論解析の結果、ブラックホールへつながる螺旋状の磁場が物質を押し返せるくらい強く、物質落下とジェット噴出を交通整理しているという仮説がもっともらしいことがわかりました。

「磁気流体力学ジェットの詳細モデルを強力に支持する最内縁の磁場構造が遂に確かめられました。さらに我々は、東アジアの望遠鏡群を含めた多波長電波観測により、ブラックホールスピンの制約が付けられることを期待しています。」と、EHT コラボレーションメンバーで、10 年以上に渡り M87 ジェットを研究してきた八戸工業高等専門学校の中村雅徳准教授は述べています。

M87 銀河の心臓部を観測するために、EHT プロジェクトは世界中の 8 つの望遠鏡をつないで仮想的な地球サイズの望遠鏡を作りました。EHT は、月面のゴルフボールの大きさを測定できるのと同程度の解像度を持っています。これにより、ブラックホール・シャドウとその周りのリング構造を直接観測することができ、新たな偏光画像はそこに磁化されたガスがあることを明確に示しています。結果は本日、EHT プロジェクトによる 2 本の論文として、専門誌「アストロフィジカル・ジャーナル・レターズ」に掲載されました。この研究には、世界中の研究機関や大学から 300 人を超える研究者が参加しました。

「EHT は急速な進歩を遂げており、ネットワークの技術的アップグレードが行われ、新たな観測所が加わっています。将来の EHT 観測により、ブラックホール周辺の磁場構造がより正確に明らかになり、ブラックホール近傍の高温ガスの物理を詳しく知ることができると期待しています」と語ったのは、EHT のメンバーであり、台北の中央研究院天文及天文物理学研究所のジョンホ・パク東アジア天文台フェローです。

EHT プロジェクトには、理論解析班に東北大学学際科学フロンティア研究所の当真賢二准教授(大学院理学研究科兼務)が参加しています。

【参考情報】

EHT プロジェクトには、アフリカ、アジア、ヨーロッパ、北アメリカ、南アメリカから 300 名以上の研究者が参加しています。EHT に参加する望遠鏡は、アルマ望遠鏡、APEX(以上、チリ)、IRAM 30m 望遠鏡(スペイン)、IRAM NOEMA 観測所(フランス)、ジェームズクラークマクスウェル望遠鏡、サブミリ波干渉計(以上、米国ハワイ州)、サブミリ波望遠鏡、キットピーク 12m 望遠鏡(以上、米国アリゾナ州)、大型ミリ波望遠鏡(メキシコ)、グリーンランド望遠鏡(デンマーク)、および南極点望遠鏡です。これらの望遠鏡で同時に同じ天体を観測し、そのデータを後から結合して一つの巨大な仮想望遠鏡を構成する「超長基線電波干渉法(Very Long Baseline Interferometry)」という技術を用いています。これにより、EHT は 20 マイクロ秒角(1 マイクロ秒角は角度の 1 度の 36 億分の 1)という高い解像度を実現します。

EHT コンソーシアムは、以下の 13 の機関が参加しています。中央研究院天文及天文物理学研究所(台湾)、アリゾナ大学(米国)、シカゴ大学(米国)、東アジア天文台、ゲーテ(フランクフルト)大学(ドイツ)、マサチューセッツ工科大学ヘイスタック観測所(米国)、ミリ波電波天文学研究所(フランス、スペイン)、アルフォンソ・セラノ大型ミリ波望遠鏡(メキシコ)、マックスプランク電波天文学研究所(ドイツ)、自然科学研究機構国立天文台(日本)、ペリメーター研究所(カナダ)、ラドバウド大学(オランダ)、ス

ミソニアン天体物理学観測所(米国)

【論文情報】

この成果は、2019年4月に発表された成果(論文1~論文6)に続く、EHTプロジェクトによる研究成果です。本日2021年3月24日、アストロフィジカル・ジャーナル・レターズ(The Astrophysical Journal Letters)から2編の論文として公開されました。

論文 7: Polarization of the ring

DOI: <https://doi.org/10.3847/2041-8213/abe71d>

論文 8: Magnetic Field Structure Near The Event Horizon

DOI: <https://doi.org/10.3847/2041-8213/abe4de>

なお、本成果に関連して、EHTによる偏光観測の中で、アルマ望遠鏡単独の観測データを解析した結果も、上記2編の論文と同時に出版されています。

"Polarimetric properties of Event Horizon Telescope targets from ALMA"

DOI: <https://doi.org/10.3847/2041-8213/abee6a>

【問い合わせ先】

(研究に関して)

東北大学 学際科学フロンティア研究所 (大学院理学研究科 兼務)
准教授 当真 賢二 (とうま けんじ)

E-mail toma@fris.tohoku.ac.jp

(報道に関して)

東北大学 学際科学フロンティア研究所
URA 鈴木 一行 (すずき かずゆき)

電話 022-795-4353

E-mail suzukik@fris.tohoku.ac.jp