

イベント・ホライズン・テレスコープ ファクトシート

イベント・ホライズン・テレスコープ

イベント・ホライズン・テレスコープ (Event Horizon Telescope: EHT) は、地球サイズの電波望遠鏡を構成することで人類史上初めてブラックホールシャドウを撮影することを目指した国際協力プロジェクトです。画像撮影により、アインシュタインが提唱した一般相対性理論を、ブラックホールの周辺という極限まで重力の大きな環境で検証することが可能です。EHT コラボレーションは、ヨーロッパ、アジア、アフリカ、北米、南米の 13 の研究機関とおよそ 200 名の研究者で構成されています。EHT プロジェクトのリーダーは、ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのシェパード・ドールマン博士です。

EHT で用いられる技術は、超長基線電波干渉計 (Very Long Baseline Interferometry: VLBI) と呼ばれます。VLBI の技術を使うことで、地球上のさまざまな場所に置かれたたくさんの電波望遠鏡を結合し、ひとつの巨大電波望遠鏡を構成することができます。VLBI によって、これまでも銀河の中心にある巨大ブラックホールの周辺環境、特にブラックホール周辺から噴き出す高エネルギー粒子 (ジェット) の研究が盛んにおこなわれてきました。EHT では、巨大ブラックホールそのものが作り出すシャドウを撮影することを最大の目標にしています。EHT では、波長 1.3mm あるいはそれより波長の短い電波を観測します。EHT の視力は人間のおよそ 200 万倍におよび、月に置いたゴルフボールが地球から見える視力に相当します。

波長が短い電波は、地球大気の水蒸気による吸収を受けやすいため、EHT を構成する望遠鏡は乾燥した高地に設置されています。チリのアタカマ砂漠、スペイン南部のシエラネバダ地方、ハワイの山の上や南極点などが、その代表例です。

2017 年の観測では、南米チリで国際協力のもとで運用されているアルマ望遠鏡が加わることで、EHT の感度が大幅に向上しました。アルマ望遠鏡の全 66 台のアンテナで一斉に観測すれば、直径 91m の電波望遠鏡と同じ集光面積が得られます。EHT に参加している他の望遠鏡の口径がおよそ 15m~30m であることを考えると、その大きさがよくわかります。アルマ望遠鏡を EHT に組み込むための数年間の準備を経て、2017 年 4 月にはアルマ望遠鏡の口径 12m アンテナ 37 台が EHT の観測に参加しました。これは、口径 73m の電波望遠鏡と同じ集光面積になります。2017 年の観測では、南極点望遠鏡 (South Pole Telescope: SPT) も初めて EHT の観測に参加しました。これにより、南北方向のアンテナ間隔はおよそ 2 倍になり、解像度も南北方向に約 2 倍向上しました。

EHT を構成する各望遠鏡で取得されたデータは、「相関器」と呼ばれる専用のスーパーコンピュータによって処理されます。この処理によって、あたかも地球サイズのひとつの巨大望遠鏡で観測した

かのように画像を生成できるようになります。2017年4月に行われた EHT 観測のデータは、マサチューセッツ工科大学ヘイスタック観測所（米国、マサチューセッツ州）と、マックスプランク電波天文学研究所（ドイツ、ボン）に設置された 2 台の相関器によって処理されました。データの処理と校正、解析と画像化は、EHT コラボレーションによって開発された新しいソフトウェアによって行われました。

EHT の観測結果を理解するために、ブラックホール周辺環境の理論研究やシミュレーション研究が、観測前や観測データの処理と並行して進められました。理論的に予測されるブラックホール周辺を EHT を模した仮想的望遠鏡で観測した時にどのような画像が得られるか、といったシミュレーション研究も行われ、ブラックホール周辺環境を理解する準備を進めてきました。

EHT 参加機関と EHT コラボレーション

EHT 評議会に代表者を出している機関は、以下の 13 機関です（英語アルファベット順）。

- ・中央研究院天文及天体物理学研究所（台湾）
- ・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）
- ・アリゾナ大学（米国）
- ・シカゴ大学（米国）

EHT コラボレーションに個人として参加している研究者の所属機関を含めると、合計 76 機関です。また、EHT コラボレーションに参加している研究者は、合計 206 名です。

2017 年 4 月の EHT 観測

- 観測期間は、2017 年 4 月 5 日～14 日。一晩あたり約 8 時間の観測を行いました。
- データ取得レートは、毎秒 32 ギガビットでした。EHT に参加した各望遠鏡からの生データを合計すると、およそ 3500 テラバイト（3.5 ペタバイト）のデータが取得されました。
- 2017 年の観測に参加した望遠鏡は、次ページの表の通りです。

望遠鏡名	立地	標高	望遠鏡諸元
<u>APEX</u> (Atacama Pathfinder Experiment)	チリ チャナントール高原	5100m	口径 12m
<u>アルマ望遠鏡</u>	チリ チャナントール高原	5000m	口径 12m×54 台+口径 7m×12 台 (2017 年 EHT 観測では 12m×37 台)
<u>IRAM 30m 望遠鏡</u>	スペイン ピコ・ベレタ	2850m	口径 30m
<u>南極点望遠鏡</u> (South Pole Telescope: SPT)	南極 南極点	2800m	口径 10m
<u>ジェームズ・クラーク・マクスウェル望遠鏡</u> (James Clark Maxwell Telescope: JCMT)	米国 ハワイ島マウナケア	4100m	口径 15m
<u>アルフォンソ・セラノ大型ミリ波望遠鏡</u> (Large Millimeter Telescope: LMT)	メキシコ シエラネグラ	4600m	口径 50m (2017 年の EHT 観測では内側の 32m のみ使用)
<u>サブミリ波干渉計</u> (Submillimeter Array: SMA)	米国 ハワイ島マウナケア	4100m	口径 6m×8 台 (2017 年 EHT 観測では 6 台)
<u>サブミリ波望遠鏡</u> (Submillimeter Telescope: SMT)	米国 アリゾナ州グラハム山	3100m	口径 10m



● 2017 年の観測天体

天体名	距離	質量	星座
天の川銀河中心「いて座 A スター」 (EHT 主要観測ターゲット)	約 26,000 光年	太陽の 360 万倍	いて座
楕円銀河 M87 中心 (EHT 主要観測ターゲット)	約 5500 万光年	太陽の 35 億倍 あるいは62 億倍	おとめ座
銀河ケンタウルス A	約 1300 万光年	-	ケンタウルス座
クエーサー OJ 287	約 35 億光年	-	かに座
楕円銀河 NGC 1052	約 6300 万光年	-	くじら座
クエーサー 3C 279	約 50 億光年	-	おとめ座