

Sgr A*のブラックホールシャドウ近傍像の時間変動

○三好 真¹ 加藤 成晃² 牧野 淳一郎³ 坪井 昌人⁴ 高橋 労太⁵ 堀内 真司⁶ 高橋 真聡⁷ 長谷川 均⁸ (1.国立天文台 2.気象庁・理研 3.神戸大 4.明星大 5.国立高専機構苫小牧高専 6.CSIRO 7.愛教大 8.協力)

我々は2017年に取得されたEHTアーカイブデータを用いて、銀河中心ブラックホール候補天体 Sgr A* の再解析を行った。2017年EHT arrayのような疎な u-v カバーの干渉計観測では、通常の標準解析だけではPSFの影響を十分に除去できないことが多い。そこで我々は、CLEAN成分から多数の像モデルを構成し、アンテナ依存エラーに依存しないクロージャ位相残差を指標として最良像を選択する手法 CRISP (Closure Phase Residual Image Selection Process) を導入した。約 10^9 個の候補像を比較した結果、リング像やMiyoshi et al. 2024像よりもクロージャ位相残差の標準偏差が小さい像が得られた。

得られた静的像は東西方向に伸びた非対称構造を示し、ほぼエッジオンに近い角度から見た相対論的回転降着円盤として解釈できる。この場合、東側はドップラーブーストにより明るく、西側はドップラーデブーストにより暗くなる。過去の観測報告で数十 μas 程度のサイズやフェイスオン構造が示唆されたものは、降着円盤全体ではなく、最も明るいドップラーブースト領域を専ら検出していたと思われる。非対称輝度分布では、観測される電波像の輝度中心がSgr A*の力学的重心からずれる。これまで報告されている電波座標と赤外線星軌道から求められる重力中心とのサブミリ秒角レベルの座標間オフセットは、非対称降着円盤における輝度中心と重心のずれとして説明できるよう。

さらに、Sgr A* では3RSにおける軌道周期が約30分であり、約12時間の観測中に構造は20回以上回転し得る。また、数%から10%程度の短時間変動も存在するため、単一の静的像として扱うことは、運動する天体を長時間露光で撮影する場合に類似した効果を生じる可能性がある。そこで、Slit Modulation Imaging を用いて周期的変動成分を推定し、静的像を固定成分として加えることで時間変動像を作成した。動画解析の結果、中心付近の明るい構造は比較的持続的な成分である一方、やや東の明るいピークは降着円盤上の局所的な明るいスポットとして一時的に強調されている可能性が示された。これらの結果は、Sgr A* 周囲のブラックホールシャドウ候補像と、その周辺降着流の時間変動を同時に議論する手がかりを与える。