

見えちゃったブラックホール！ 事象の地平線検出？ —MIT, 銀河中心ブラックホール SgrA*の 230 GHz 帯 VLBI 実験成功—

三 好 真

〈VLBI 天文学・国立天文台 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

われわれの銀河系中心電波源 SgrA* (サジタリウス・エイ・スター, と呼ぶ) は, その周りの星々の公転運動から, 約 370 万太陽質量の大質量ブラックホールであると確信されている¹⁾。ほとんどの銀河系中心部には大質量ブラックホールが存在すると思われているが, SgrA*はわずか 8 kpc (2 万 4 千光年) という, 最も近距離にある大質量ブラックホールなので, 観測するのにはもってこいのブラックホールだ。そのシュワルツシルト半径は 0.1 天文単位, 見かけで 10 マイクロ秒角になる。自己重力レンズ効果によって, 事象の地平線 (event horizon) は約 2.6 倍に拡大されるので, 輝く降着円盤の中央に差し渡し 50 マイクロ秒角の黒いシルエットとして見えるはずである²⁾⁴⁾。

このようなブラックホール近傍を観測しようとして, これまで何度も, VLBI (超長基線電波干渉

計) によって SgrA*の撮像が試みられてきた。しかし, そのことごとくが失敗に終わっている。銀河系中心部分 100 天文単位あたりに存在するプラズマによって, ブラックホール近傍からの電波は散乱されて, SgrA*の電波像はにじんでしまうためだ⁵⁾。

この散乱の度合いは観測波長の 2 乗に比例するので, より波長の短い電波で VLBI 観測すれば, 本来の SgrA*の姿が見えると期待されてきた^{6),7)}。

MIT・ヘイスタック電波天文台のドールマンらは, ハワイにある JCMT 15 m 電波望遠鏡, アメリカ本土にあるカリフォルニアの CARMA 電波干渉計の 10 m 素子アンテナの一つ, アリゾナ ARO 10 m 鏡の 3 局を使い, SgrA*の 230 GHz (波長 1.3 ミリ) の実験的 VLBI 観測を試みた。そ

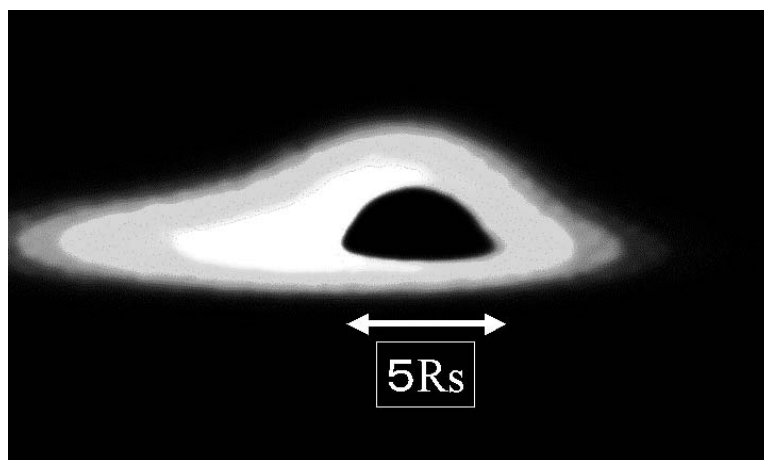


図 1

の結果、SNR (対雑音比)=5.8 という、VLBI での絶対信頼検出レベル (SNR=7) にはちょっと届かない強度だが、フリンジ検出に成功した。

SgrA*の構造が従来のぼけた散乱電波像と同じくガウシアン的な輝度分布をしていると仮定し、そのサイズをフリンジ強度から推定すると、半値幅 = 43 ± 14 マイクロ秒角となる。これは先に述べた事象の地平線の見かけサイズ 50 マイクロ秒角よりも小さいという、おかしな結果になってしまう。

図1は、20年前に福江 純が計算したブラックホール像である²⁾。中心に事象の地平線を示す暗がりがある。また強重力のレンズ効果で向こう側の降着円盤が上部から顔をのぞかせている。そして降着円盤の内縁部は光速に近い回転をしている。そのため、われわれの視線方向に回転が向く部分はドップラー効果による青方変位で明るく輝く。高温降着円盤全体ではなく、このような高輝度部分のサイズが観測にかかっているのだと思えば、そのサイズがブラックホール・シャドウよりも小さくても不思議ではない。

ドールマンらはそのように考えて、ついにSgrA*の事象の地平線スケールの描像をとらえたと結論した。彼らがNature誌に投稿した際は「事象の地平線の検出」と題していた。さすがにレフリーは検出とまでは言えないと考えたのだろう。題名は「事象の地平線スケールの構造」となった。

しかし、波長 1.3 ミリ (230 GHz) に至り、ついにプラズマによる散乱を突破して銀河中心ブラッ

クホールの近傍の VLBI 観測をしたのである⁸⁾。

事象の地平線の検出はブラックホール存在の厳密な証拠である。ブラックホール・シャドウの撮影ができると、その形状からメトリックが測定できる。新たな、強重力場での相対論の検証法を得ることになりうる。事象の地平線が観測できる空間分解能を達成すれば、ブラックホールへの質量降着やジェット形成の様子、エルゴ領域などが見える。これまでの純粋な理論研究に観測研究が加わり、今後、ブラックホール時空研究が開花することになるだろう。

ブラックホール研究において日本は理論・観測とも世界レベルにある。また、日本には優れたサブミリ波と VLBI の技術があるはずだ。ブラックホール撮像に関して、指をくわえて見ている場合ではない。

参考文献

- 1) Schödel, et al., 2008, Nature 419, 694
- 2) <http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~fukue/>
- 3) Fukue J., Yokoyama T., 1988, PASJ 40, 15
- 4) Takahasi R., 2005, PASJ 57, 273
- 5) Lo K. Y., Shen Z., Zhao J.-H., 1999, The Central Parsecs of the Galaxy, ASP Conference Series, 186. ed. by H. Falcke, A. Cotera, W. J. Duschl, F. Melia, M. J. Rieke, p. 72
- 6) Falcke. H., Melia F., Agol E., 2000, ApJ 528, L13
- 7) Miyoshi M., Ishitsuka J. K., Kamenno S., Shen, Z. Horiuchi S., 2004, PTPS 155, 186
- 8) Doeleman, et al., 2008, Nature 455, 78