

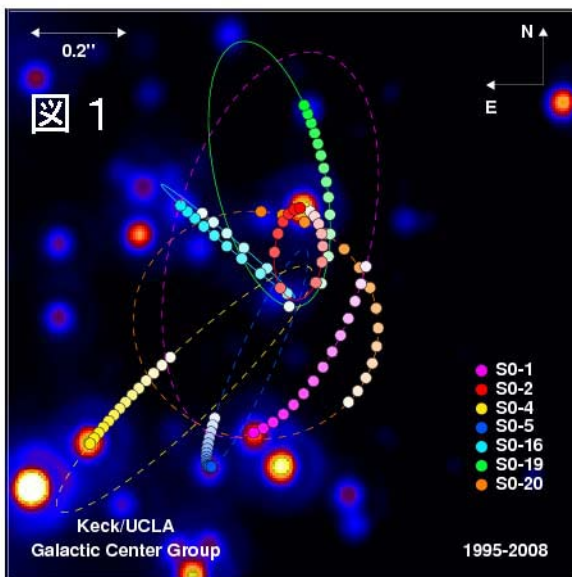
電波観測と赤外観測の現状と将来計画

国立天文台・電波研究部 三好 真

Future Observations of the event horizon around SgrA*

NAOJ Makoto Miyoshi

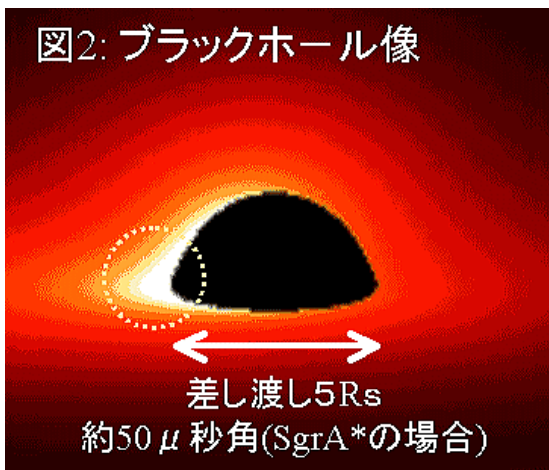
事象の地平線を含め、ブラックホール近傍の解像観測は技術的には既に可能である。銀河系中心ブラックホール SgrA*はその近傍の恒星の軌道運動観測から正確な質量が計測され（図1）、約400万太陽質量の大



質量ブラックホールであるとされる。銀河系中心距離はわずかに8kpc（2万4千光年）なのでそのSchwarzschild半径(1Rs)は見かけ10 μ 秒角となる。ブラックホール候補天体はいくつもあるが、見かけサイズ最大のブラックホールである。これをサブミリ波帯のVLBI（超長基線電波干渉計）で観測すればよい。事象の地平線を意味するブラックホール・シャドウは自己重力レンズ効果で直径約5Rsになる。差し渡し

50 μ 秒角の黒い穴が降着円盤の中心に見えるはずだ。ブラックホール・シャドウの形状はメトリックが决定着している。その形状の測定は新たなブラックホール時空の研究手法となる（Takahashi, R., PASJ, 57, 273-277, 2005 など）。画像として、ブラックホール近傍、事象の地平線などを捉えたと、重力波検出に比肩する強重力場での一般相対論の実験場となる。

図2: ブラックホール像

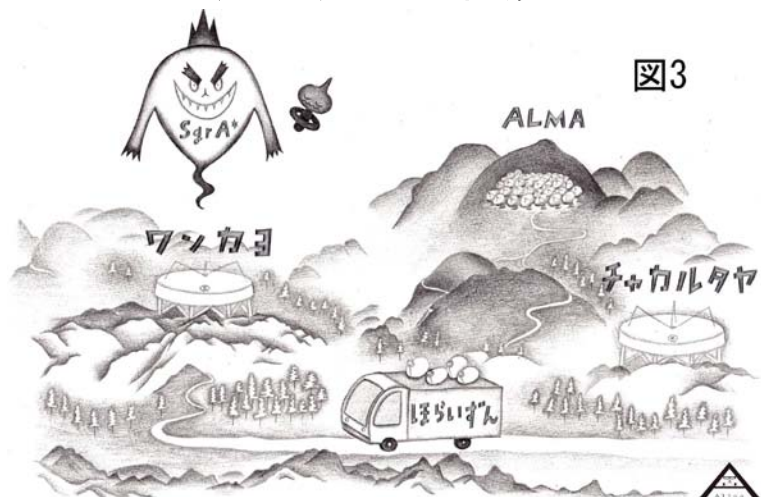


Doelemanら（Nature, 455, 78-80, 2008）はSgrA*のサブミリ波帯VLBI実験観測の成功を報告した。降着円盤の高速回転によるドップラーブーストによる高輝度部分（図2、点線円部分）を検出したのではないと思われる。ブラックホール・シャドウ自体の検出には至らなかったが、既に技術的可能性を実証したことになる。

SgrA*は南天に位置するので、その「事象の地平線」観測に適した観測装置は南半球に置くのが良い。南米アンデス山脈を中心にサブミリ波帯・電波望遠鏡10局を展開させ、約8千kmの広がりをもつVLBI網を作ればSgrA*の事象の地平線は確実に捉えることができる(Miyoshiら, PNAOJ, 10, 15-23, 2007, astro-ph/0809.3548、Miyoshiら, P. T. P. S, 155, 186-189, 2004)。

よい画像を得るには様々な空間フーリエ成分をサンプルする必要がある。現在、世界にあるサブミリ波対応の電波望遠鏡群では、短基線によるサンプルは不足しており、良い画像を得ることができない。ここに着目し、日本では、短基線を得る観測システムの構築を、銀河中心SgrA*の観測に特化することでコストダウンして、一般相対論100周年(2016年)までに「事象の地平線」の検出、一番乗りをめざしている。

図3はその概念図である。固定球面鏡を利用し、安価な大口径望遠鏡(早稲田大学那須パルサ観測所の先例あり)を2基程度作り、集光力を稼ぐ。球面鏡には焦点は無いが副鏡面の工夫で焦点は形成できる。主鏡が地面に固定であっても副鏡シフトによって数時間の天体追尾は可能



である。また球面だと鏡面パネルはすべて同一の曲率でよく、コストダウンができる。主鏡は地面に固定しているので、観測仰角に依存する鏡面の自重変形からは自由になる。さらにコストの点から既にインフラがあり、サブミリ波受信に適した高地、例えばポ

リビア・チャカルタヤ宇宙線観測所(標高5300m)、ペルー・ワンカヨ地球物理観測所(標高3300m)などに設置できると良い。一方、様々な基線ベクトルを確保するために、移動観測のできる、小口径アンテナを搭載したキャラバン型観測局を作る(NICT鹿島に移動型VLBI装置の先例あり)。干渉計の感度は両局のアンテナ口径の積に比例するので、片方が大口径であれば、もう片方は小さくともよい。球面鏡には30m、キャラバン型局には4mの口径は欲しい。キャラバン局を移動させ空間フーリエ成分を多数サンプルして良い画像を作ることができる。事象の地平線」の検出の一番乗りを単独で行えるだけの性能は持ちたい。

チリには日欧米協力で建設したALMA干渉計があり、その先、共同観測で高感度化することも想定できる。