

## ブラックホールシャドーと降着円盤の鉄輝線

理化学研究所 高橋 労太

Black Hole Shadow and Iron Line from Accretion Disk

RIKEN Rohta Takahashi

電波干渉計技術の急速な発展により、ブラックホール超近傍の歪んだ時空の写真を見られる日はそう遠くない。天体によっては、降着流プラズマがブラックホールのホライズンに飲み込まれる瞬間を動画で見ることができるであろう。これらの観測自体が大きなインパクトを与えることは確実であるが、得られる観測データを理論計算と比較することにより、データから様々なサイエンスを引き出すことができる。

ところが、現在までに得られている観測データから時空の情報を引き出そうとする場合には、話はそう単純ではない。これは、既存の観測データの中には時空に関する情報とプラズマ物理に関する情報が混在しているからである。そのため、観測データから時空情報をきれいに抽出することが困難な場合が多い。実際に、2008年に得られた Doeleman らの電波ビジビリティのデータは、ブラックホールの地平面スケールのプラズマの情報を含んでいるにも関わらず、そこから時空の情報を引き出すことに成功していない。これは、得られている電波ビジビリティの観測波長では降着流プラズマが完全に光学的に薄くなっていない上に、天体の周囲もしくは手前にある光子散乱の効果が残っている為に、時空の情報と周囲のプラズマの情報とがきれいに分離できないからである。

それでは、時空の情報をきれいに抽出するにはどうしたらよいのであろうか？銀河中心の巨大ブラックホールは、降着流の中で輝度が周囲よりも低い空間領域として観測される。これは光の一部がブラックホールに吸収され、さらに重力赤方偏移などの効果が働き、我々に届く光が少なくなるためである。この低輝度領域はブラックホール・シャドーまたはシルエットと呼ばれる。干渉計の空間分解能が十分であり、ブラックホール周囲のプラズマが光学的に薄い場合には、この暗い領域は明確な輪郭を持つ。この輪郭はブラックホールに吸い込まれる光子軌道と吸い込まれない軌道の境界に対応する。この輪郭の形状は時空計量を直接反映するので、定量的に時空の物理量を測定する手段となる。講演の前半では、ブラックホール・シャドーを用いた時空測定の方法と問題点について講演した後で、同じ天体に対して提案されている他の時空測定の方

法との比較を行う。

一方、ブラックホール周囲の降着円盤のエネルギー・スペクトルからブラックホールの時空パラメータを測定しようという試みも数多くされてきた。原子の K 殻と L 殻間のエネルギー・スケールが X 線に対応し、X 線輝線の観測データはブラックホール時空及び降着流の物理的情報を多く含んでいると考えられている。実際に前世紀から様々なブラックホール候補天体で観測された X 線鉄輝線プロファイルからブラックホール時空のパラメータが推定されてきた。しかし、現時点では鉄輝線プロファイルから時空パラメータを推定する方法は、最終的に時空を測定する方法として確立しているとは言えない。それは、この方法で用いている理論モデルの仮定の中にその妥当性が未だに明らかにされていないものがある上に、理論モデルのフィッティングに用いられる鉄輝線プロファイルをもととの観測データから作る際にやはり不定性が残っている為である (Yamada et al. ApJL707(2009)78)。これらの不定性を取り除くことができ初めて、この方法で時空パラメータが決定される。鉄輝線の観測データは豊富であり、これからの観測でも更に精緻に得られていくことが期待されるので、手法の中に含まれる多くの不定性を取り除く手法を確立することが重要である。特に、観測されている時間変動の中に含まれる時空の効果を明らかにすることが望まれる。講演の後半では、近年なされてきたこれらの試みをレビューするとともに今後期待される理論研究について講演する。また、近い未来に多くの観測が期待される X 線偏光の観測データとの関連についても講演する。