

J149a 偏光したブラックホールシャドウの直接観測による等価原理の検証

新田大輔、杉山直 (名古屋大学)

超長基線電波干渉法 (VLBI) を用いたブラックホールの直接観測が実現すれば、質量やスピンなどの情報の他、一般相対論の検証としても有益な情報をもたらすことができると期待される。アインシュタインの等価原理によれば、ブラックホール周りの光子は、背景時空中の測地線を通して我々の元に届く。またこのとき光子の偏光は測地線と常に平衡であり、背景光が無偏光であれば我々に届く光も無偏光のままである。等価原理は系の作用に重力との非最小結合があると一般には破れるが、通常の電磁気学においても、量子効果を考慮することで有効作用に非最小結合が現れることが知られている (Drummond & Hathrell '79)。また、弦理論など高次元の重力理論のコンパクト化によっても電磁場との非最小結合は現れる。

そこで本研究では、電磁場と曲率が結合する一般的な作用から出発し、電磁場の方程式から光子の運動を WKB 近似の 2 次まで求めた。等価原理の成り立つ場合では、WKB の 1 次から光子の運動量のヌル条件と測地線方程式が得られ、2 次からは光子数保存や偏光の平行移動の式が得られる。等価原理を破る系ではそれらの方程式が修正され、偏光が生成される場合があり得る。我々はシュバルツシルト時空中で光子の偏光を計算し、実際に偏光が生じることを示した。また、この偏光は波長によらず、ブラックホール膠着円盤のシンクロトロン放射の偏光と区別できることを示した。今回の発表でこれらの一連の研究を報告する。