

○漸近的 Killing 地平線を持つ時空

私は最近、動的な 5 次元 Kasner 宇宙モデルを考え、その中に置かれたブラックストリングをあらゆる厳密解を構成した[22]。この時空は厳密な時間的 Killing ベクトル場を持たないが、地平線近傍の時空は近似的に静的になる。これは、地平線近傍において、Killing 方程式を近似的に満足する 2 次の漸近的 Killing 生成子が存在するためである。そこで、このような漸近的 Killing 地平線に関する議論の第一歩として、n 次の漸近的 Killing 地平線の存在を仮定すると、時空をあらゆる計量がどの程度制限されるのかを考える。例えば、Einstein-Maxwell 系であることを課して、漸近的 Killing 生成子を用いて定義される質量等の物理量と漸近構造を指定すると、漸近的 Killing 地平線がある状況下では一意に時空が定まると期待される[23]。

○拡張された電磁場を持つブラックホール解

私は拡張された電磁場の具体的なモデルとして、Born-Infeld 電磁場、ベキ乗則非線形電磁場、指数型非線形電磁場、及び対数型非線形電磁場に注目する。これらの非線形電磁場を考える動機として、ヘテロティック弦理論の低エネルギー極限や量子電磁力学のループ補正を考慮した有効作用において、点電荷近傍の領域における強電磁場に着目すると、それらの領域では、Maxwell 電磁場の 4 次補正を含む一般化された非線形電磁場理論を考慮しなければならないことが挙げられる。またコンパクト天体の周りでも同様の補正が必要と考えられており、非線形電磁場は宇宙物理学的な観点からも注目されている。以上を踏まえて、ブラックホール時空における非線形電磁場の役割を議論する。

例えば、指数型非線形電磁場は Born-Infeld 電磁場と同様に、非線形の程度を特徴付けるパラメータの極限を取ることで、通常の Maxwell 電磁場を再現することができる。また指数型及び対数型非線形電磁場は原点での電場の発散を打ち消すことはできないが、それらの発散は通常の Maxwell 電磁場における発散よりも弱くなっている。このような振る舞いは、Born-Infeld 電磁場において点電荷の作る電場が原点で有限になる振る舞いと比べて、より自然である。よって私は、非線形電磁場やディラトン場を持つ 4 次元及び高次元ブラックホール解の構成を考える。

ここで、高次元 Einstein-Maxwell 理論における回転ブラックホール時空をあらゆる厳密解はまだ得られていない。そこで手始めに、非線形電磁場を持つ回転ブラックホール解を摂動的に構成する。例えば最近、Born-Infeld 電磁場とディラトン場を持ち等しい角運動量で最大回転する高次元ブラックホール解を摂動的に構成した[21]。そこでこの解の拡張として、非線形電磁場、ディラトン場、及びコンパクトな余剰次元等を持ち低速または最大回転する様々なブラックホール解を摂動的に構成する。非線形電磁場等がブラックホールの時空構造、質量、電荷、角運動量、磁気回転比等に与える効果、及びブラックホールの周りを運動する試験粒子に対する安定円軌道の存在等を調べて、観測に基づくこれらのブラックホール時空モデルの検証可能性を議論する[24,25,26]。

以上