

● **Kaluza-Klein ブラックホール解による電荷とスカラー場を持つ高次元時空モデルの観測的検証**

高次元ブラックホールは、統一理論へ向けての物理を発展させる鍵と期待されているだけでなく、最近では、反ド・ジッター時空における重力場とその時空の境界における共形場理論での物理量に関する対応を通して、超電導や超流動等の凝縮系物理学やクオーク・グルーオンプラズマ等の原子物理学の現象を記述することが明らかになってきた。そのため、一見、無関係に見えるブラックホール物理学が、量子論ではアプローチの難しい物性物理学の問題を解決したり、新しい量子物理現象を予言したりすることができるかもしれないと期待されている。そのような文脈で、高次元ブラックホールは現代物理学において重要な地位を築いている。これまでの研究により、非自明な電磁場やスカラー場、コンパクトな余剰次元を持つブラックホール解は、通常の電磁場や自明な時空構造を持つ場合に比べて豊富な特徴を持つことがわかってきた。しかし、それらの特徴が我々の世界と具体的にどのような関係を持っているのかはまだ明らかになっていない。そこで、ブラックホールによる観測可能な物理現象と、非自明な電磁場やスカラー場、コンパクトな余剰次元を持つ高次元ブラックホール解が与える非自明な時空構造の間の関係を見出して、現実の物理現象の観測結果に基づきそれらの時空モデルを検証する。そのため今後は、非自明な電磁場、スカラー場及び余剰次元の情報を得るためにはどのような物理量を観測すればよいのか、非自明な時空構造を考えることで従来の研究では説明できなかった事柄を説明できないか、という観点を重視して研究を行う。これは、ブラックホールに関する現象の観測から時空モデルに対して制限を加えられることを意味している。そこで、ボルン・インフェルド型等の非線形電磁場、ディラトンやアクシオン等のスカラー場及びコンパクトな余剰次元を持つ高次元ブラックホール時空モデルにおける非自明な時空構造と、ブラックホールによる観測可能な物理現象の間の関係を見出す。そのために、現実の天体の周辺で起こる現象の内、プラズマ中の光子の運動における伝播時間の遅れと重力レンズ効果[26]、天体の近点移動[27]、試験粒子の最内安定円軌道、降着円盤から放出される宇宙線のエネルギー及びブラックホールシャドウ等に注目する。非線形電磁場、スカラー場及び余剰次元を持つブラックホール解をコンパクト天体の外側の時空として仮定することにより、電荷等による補正を含むこれらの現象を議論する。将来たとえ、それらの現象の観測結果が期待される精度で予測値と一致しても、その観測精度は電荷や余剰次元等の大きさに上限を与え、高次元時空モデルに対して強い制限を加えることができると期待される。

● **2 成分プラズマにおける遷音速定常流と電場**

イオンと電子、または電子と陽電子からなる 2 成分プラズマでは、粒子の質量や電荷、各成分の温度の違いにより、電子プラズマ波やプラズマ振動が発生する。2 成分プラズマ中の電場に注目して、ニュートン重力と一般相対性理論における球対称流体中の遷音速・超音速定常流とプラズマ振動について議論する[28]。特に、電場によるコンパクト天体の周りの定常流の変化を考える。ここで、磁場と衝突項は存在しないと仮定する。粒子の質量が異なるため、電子の流れはイオンの流れと一致しない。ニュートン重力では、電場の効果により遷音速電子流がダストイオン流に近づいて、超音速領域で初期速度が異なると、圧力を持つ高温電子流がダストイオン流の周りを振動することがわかった。一般相対性理論における 2 つの流体間の電場を考慮すると、遷音速電子流がイオン流に近づき、超音速領域ではイオン流の周りを振動すると期待される。そこで、このようなプラズマ流の降着によるコンパクト天体の帯電について議論する。