

● **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、統一理論への物理の発展の鍵として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境界での共形場理論における物理量の対応関係から、超電導や超流動などの凝縮系物理学やクオーク・グルーオンプラズマなどの原子核物理学現象の記述が可能であることがわかってきた。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できるのではないかと期待されている。このような背景から、高次元ブラックホールは現代物理学において重要な役割を果たしている。これまでの研究で、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と比べて、より多くの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に関連しているのかは、まだ明らかになっていない。そこで、ブラックホールなどのコンパクト天体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との関係を見出し、現実の物理現象の観測結果を基に、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、スカラー場および余剰次元の情報を得るために必要な物理量や、非自明な時空構造を考慮することで従来の研究で説明できなかった事柄を説明できるかといった観点から研究を進めていく。これは、コンパクト天体に関する現象の観測結果から、時空モデルに制約を課すことができることを意味する。そこで、ボルン・インフェルド型などの非線形電磁場や、ディラトンやアクシオンなどのスカラー場、およ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コンパクト天体による観測可能な物理現象との関係を見出す。そのために、現実の天体の周辺で起こる現象のうち、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およびブラックホールシャドウに注目する。非線形電磁場、スカラー場およ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で、電荷などによる補正を含むこれらの現象について議論する。たとえ将来、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たとしても、その観測精度は電荷や余剰次元の大きさに上限を与え、高次元時空モデルに大きな制約をもたらすと考えられる。

● **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。ここでは、2 成分プラズマ中の電場に注目し、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周りの定常流の変化について考える。このとき、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。ニュートン重力の場合、電場の効果により、遷音速電子流はダストイオン流に近づき、超音速領域では初期速度の違いにより、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、遷音速電子流はイオン流に近づき、超音速領域ではイオン流の周りを振動すると考えられる。そこで、プラズマ流の降着によるこのようなコンパクト天体の帯電過程について議論する。