

● 一般化された不確定性原理に基づく 4 次元 Einstein-Gauss-Bonnet ブラックホールと 4 次元ループ量子重力ブラックホールからのホーキング放射

固定された Kaluza-Klein 背景時空における物質場の交換関係に対する修正から着想を得て、量子重力効果を伴うホーキング放射を議論した[25]。放射によってブラックホールの質量がプランク質量程度になると、量子重力効果によって背景時空に量子揺らぎが生じることが予想される。4 次元時空では、量子変形 Schwarzschild ブラックホールや非可換模型におけるブラックホール、漸近安全重力理論やループ量子重力理論におけるブラックホール等がそのような修正された背景時空を与えると予想されている。これらのブラックホール解は、Reissner-Nordström 解に類似しているため、それらの枠組みでの量子補正は、ブラックホールの電荷と同じように物事に影響を与えると考えられる。もし、押しつぶされた地平線を持つ帯電した Kaluza-Klein ブラックホールと量子補正された 5 次元ブラックホールの間に対応関係があるとすれば、押しつぶされた Kaluza-Klein 時空におけるブラックホールの電荷は、時空多様体の構造そのものに関係し、量子重力効果として背景時空に何らかの量子揺らぎを与えるかもしれない。さらに、ホーキング蒸発の過程で放出される粒子の自己重力の効果を考慮すると、ブラックホールの質量と電荷がエネルギー保存則を満たすように減少する可能性がある。すると、量子トンネル放射の逆反応によって、背景時空が動的になる可能性がある。このような放射に伴う動的な時空は、量子揺らぎを持つ修正された背景時空とみなすことができるかもしれない。そこで、4 次元 Einstein-Gauss-Bonnet ブラックホールと 4 次元ループ量子重力ブラックホールからの荷電スカラー粒子のトンネリングによるホーキング放射を研究する[26, 27]。これらのブラックホールからのホーキング放射に関する先行研究とは対照的に、最小の測定可能な長さを表す一般化された不確定性原理によって予測される現象論的な量子重力効果を含めて議論する。

● 磁場中のソリトン加速、定常流、プラズマ振動

磁場は、ほとんどの天体物理現象において重要な役割を果たしている。そこで、イオン音波ソリトンによる粒子の加速機構[23]に磁場の効果を取り入れる。手始めに、放射状磁場中のイオン-電子プラズマ中を伝播する非線形密度波による荷電粒子の加速機構を議論する[28]。さらに、宇宙線の観測結果を説明するためには、Korteweg-de Vries 方程式で記述される弱い非線形性を持つ波動解ではなく、イオン音波の完全な非線形解を調べるのが重要である。そこで、プラズマ中のイオン音波ソリトンや衝撃波の生成と伝搬の過程[29]、コンパクトな天体の周りの 2 成分プラズマ中における定常流、プラズマ振動、電場の振る舞い[30]を議論する。