

今後の研究計画

氏名:松野 研

一連の 5 次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホール解は、コンパクトな余剰次元を持つ有効的 4 次元時空へ漸近し、現実的な高次元時空モデルの 1 つになっている。そこで、それらの解と現実の 4 次元時空との関係を明らかにする為の第一歩として、squashed Kaluza-Klein ブラックホール解を用いた余剰次元の検証を議論する。また、squashed Kaluza-Klein ブラックホール解の高次元時空への一般化として、コンパクトな余剰次元を持つ高次元ブラックホール解の構成を議論する。

Squashed Kaluza-Klein ブラックホール解を用いた余剰次元の検証

ブレーン宇宙モデルにおける興味深い問題の 1 つに、高次元時空内の物理現象に基づいた余剰次元の検証がある。私は、それらの内、geodesic 効果と、一般相対論の古典的検証(光の湾曲、時間の遅れ、近日点移動)に注目する。5 次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホール時空内における試験粒子の運動には、4 次元ブラックホール時空の場合と同様、安定円軌道が許される。そこで、私は、静的な squashed Kaluza-Klein ブラックホール解をコンパクトな天体の外側の時空に適用することで、円軌道に沿って平行移動するスピンの geodesic 効果を考え、余剰次元による一般相対論の補正を計算した[3]。近い将来、たとえ、geodesic 効果の観測結果が、期待される精度で予測値と一致しても、その観測精度は余剰次元サイズの上限を与え、そして、この時空モデルに対して強い制限を加えることが出来る。

最近、私は、Parikh と Wilczek が提案した、量子トンネル効果に基づく Hawking 放射の導出法を、5 次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホール解に適用し、Hawking 温度と、放射に伴う back reaction の補正項を求めた[1]。そこで、squashed Kaluza-Klein ブラックホールが、単なる熱体ではなく、黒体として振る舞うことを見るために、量子トンネル効果に基づいて、ブラックホールからの黒体放射スペクトラムを求める。更に、量子論的補正を含む Hawking 放射を議論する。これらの研究は、将来の加速器実験におけるミニ・ブラックホールからの Hawking 放射や余剰次元の検証に寄与することが出来る。

コンパクトな余剰次元を持つ高次元ブラックホール解

私は、5 次元時空の場合におけるこれまでの解析を、7 次元時空以上の奇数次元の場合へ拡張する。 S^{2n+3} (n : 自然数) の奇数次元球は、 S^3 と同様の構造を持つことが知られており、ブラックホール解の構成は、5 次元時空の場合と非常に似ていると期待される。しかし、現在のところ、コンパクトな余剰次元を持つブラックホール時空を表す厳密解は、見つかっていない。そこで、手始めに、ブラックホールの質量と電荷を等しいとした極限において、厳密解を構成することを考える。そのような場合には、解くべき方程式は、奇数次元における時空上の Laplace 方程式へと帰着するため、解析が容易となることが期待される。更に、正の宇宙項を考慮することで、それらの解を、コンパクトな余剰次元を持つ動的なブラックホール解へ拡張する。