

# 研究計画

## ひねられた余剰次元を持つ高次元ブラックホール時空

私は、5次元時空の場合におけるこれまでの解析を、7次元以上の奇数次元時空の場合へ拡張する。奇数次元球  $S^{2n+3}$  ( $n$ :自然数)は、3次元球  $S^3$ と同様の構造を持つことが知られており、ひねられた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は、5次元時空の場合と似ている。そこで、私は、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、厳密解を構成した[5]。この解は、外向き光線束の膨張が0となる光的超曲面を持ち、ブラックホール時空のように振る舞う。この解は地平線を跨ぐ  $C^0$  拡張を持つが、7次元以上の場合、曲率が地平線上で発散する。しかし、自由落下する観測者はその地平線を通過出来るので、この特異点は比較的穏やかであることが分かった。

次に、私は、コンパクトな余剰次元の大きさが全時空領域で一定の場合、5次元時空の真空解として、回転している多体 Kaluza-Klein ブラックホール解を構成する[4]。各々のブラックホールの地平線は、解析的で、レンズ空間の位相構造を持つことが出来る。更に、Taub-Bolt 空間上の5次元多体 Kaluza-Klein ブラックホール解を構成する[3]。以上の議論を発展させて、様々な高次元 Kaluza-Klein ブラックホール時空における地平線の解析性を議論する[2]。そして、動的な5次元 Kaluza-Klein 宇宙モデルを考え、その中に置かれた最大荷電ブラックホールを表す解を議論する[1]。

## Squashed Kaluza-Klein ブラックホール時空を用いた余剰次元の検証

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、現実の重力源の周辺で起こる観測可能な現象の内、geodesic 効果や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)、試験粒子の最内安定円軌道やブラックホール・シャドウ(ブラックホール形状の直接観測)に注目する。手始めに、squashed Kaluza-Klein ブラックホール解を、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向きへのずれ(geodesic 効果)を考え、余剰次元による補正を計算した[8]。

次に、私は、同様の仮定に基づいて、一般相対論の古典的検証や最内安定円軌道やブラックホール・シャドウに現れる高次元の補正を議論する。将来、たとえ、それら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の大きさに上限を与え、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。

## 高次元ブラックホールからのホーキング放射

ホーキング放射は、ブラックホールからの熱的な放射を表し、一般相対論と量子論が共に役割を果たす興味深い現象の1つである。私は、トンネル効果に基づく4次元ブラックホールからのホーキング放射の導出を、5次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホールの場合に拡張した[6]。特に、地平線近傍における次元縮約によって得られる2次元有効計量を、背景時空を表す計量として用いた。更に、私は、時空全体のエネルギー保存則に注目して、ホーキング放射に伴うブラックホール自身の大きさの変化(逆反応)を考慮した。その結果、期待されるホーキング温度と、squashed Kaluza-Klein ブラックホールに対する逆反応の効果の両方を、簡単に得ることが出来た。そこで、私は、トンネル効果に基づく5次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホールからのホーキング放射の導出に、量子論的補正を加える。更に、それらの議論を、 $S^2 \times S^1$  の位相構造を持つブラックリング等の様々な高次元ブラックホール時空の場合に拡張する。これらの議論は、将来の加速器実験において生成される高次元ブラックホールからのホーキング放射や余剰次元の検証に寄与できる。