

# 研究計画

## ひねられた余剰次元を持つ高次元 Kaluza-Klein ブラックホール

私は、一連の 5 次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホール解 [1, 2, 4, 8, 9, 10, 11] を拡張する。例えば、ブラックホールの質量と電荷を等しいとした極限の場合に、一般の奇数次元時空における厳密解を構成した [14]。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できるので、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 次元の真空な時空内で回転する多体 Kaluza-Klein ブラックホールを表す解を調べた [15]。各々のブラックホールの地平線はなめらかで、レンズ空間の位相構造を持つ。各々のブラックホールの質量は、余剰次元の大きさで量子化される。さらに、そのような解を 5 次元 Einstein-Maxwell 系の解に拡張した [16]。以上の議論を踏まえて、回転する多体 Kaluza-Klein ブラックホール解を Taub-bolt 空間上に構成する [17]。さらに、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 [18]。そして、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 [19]。

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

高次元ブラックホール時空は、統一理論へ向けての物理を発展させる鍵として期待されているだけでなく、様々な理論物理の分野から注目されている。例えば、squashed Kaluza-Klein ブラックホール解は、その地平線近傍において 5 次元的なブラックホール時空として振る舞い、ブラックホールから離れた遠方の時空は、コンパクトな余剰次元を伴う有効的に 4 次元な時空になる。即ち、squashed Kaluza-Klein ブラックホール解は、現実的な高次元時空モデルになっている。

squashed Kaluza-Klein ブラックホール時空内における試験粒子は、4 次元ブラックホール時空の場合と同様、安定円軌道を運動することができる。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、geodetic 効果 [12] 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。具体的には、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、それらの現象に対する高次元の補正を議論する。将来、たとえ、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できる。