

これまでの研究成果のまとめ

氏名: 松野 研

ひねられた余剰次元を導入することにより、歪んだ 3 次元球 (squashed S^3) の地平線を持つ静的な 5 次元 Kaluza-Klein ブラックホール解を構成した[2]。このブラックホール時空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う。一方、ブラックホールから離れた遠方の時空はひねられた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。すなわち 5 次元 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。このような squashed Kaluza-Klein ブラックホール時空をあらゆる厳密解の構成法を、対称性の高い漸近平坦な既知のブラックホール解に対して適用することにより、電荷、角運動量、正の宇宙項、ディラトン場等を含む様々な Kaluza-Klein ブラックホール解を構成した[3,4,7,10,12,14]。また、一定な大きさのコンパクトな余剰次元を持ち回転する 5 次元 Kaluza-Klein 多体ブラックホール解を構成した[15,16]。

円軌道に沿って平行移動するスピンベクトルの向きのずれに注目して、Kaluza-Klein ブラックホール解をコンパクト天体の外側の時空に適用することにより、余剰次元によるずれの補正を導出した[11]。また、5 次元 squashed Kaluza-Klein ブラックホールからのホーキング輻射をトンネル効果に基づいて導出した[13]。

5 次元ブラックホールにおける S^3 やレンズ空間等の地平線の位相構造と時空の漸近的な位相構造の関係性を議論するために、レンズ空間に漸近する回転多体ブラックホール解を構成した[1,6,8]。また、Gödel 回転する 5 次元 Kaluza-Klein 多体ブラックホール解を構成した[9]。さらに、5 次元 Einstein-Maxwell-Chern-Simons 理論の厳密解として、 $S^2 \times S^1$ の地平線の位相構造を持つ超対称ブラックリング時空を構成した[5]。

4 次元 Kerr-Taub-bolt 空間上に 5 次元 Kaluza-Klein 多体ブラックホール解を構成した[20]。この時空では空間的無限遠の位相構造を固定しても、各ブラックホールの地平線の位相構造に無限の可能性があることがわかった。また、5 次元 Kaluza-Klein 宇宙モデルを考え、その中に置かれた荷電ブラックホールやブラックストリングをあらゆる厳密解を構成した[17,22]。このブラックストリング時空における試験粒子は準安定円軌道を運動できる。さらに、地平線近傍において、Killing 方程式を近似的に満足する 2 次の漸近的 Killing 生成子が存在するため、地平線近傍の時空は近似的に静的になることがわかった。また、様々な高次元 Kaluza-Klein 多体ブラックホール時空における地平線の解析性を議論した[18]。さらに、指数型非線形電磁場や Born-Infeld 電磁場を持ち回転するディラトン・ブラックホール解を摂動的に構成した[19,21]。