

研究成果

伊形 尚久

ブラックホール時空の幾何学的性質の解明のため、テスト粒子やストリングの運動を解析する手法を用いて研究を行ってきた。研究成果の一部を抜粋して以下に示す。

A. 5次元時空における南部・後藤ストリングの動力学と定常配位（論文 [2, 7, 8]）

4次元時空中の閉じた南部・後藤ストリング上には、カスプと呼ばれる特異点が一般的に形成される。この現象は時空次元に依存する特徴があり、高次元時空で閉じたストリング上のカスプ形成は生じない。したがってカスプをもたない動的・定常的な閉じたストリングは高次元時空中の特有の物体である。論文 [2] では、5次元平坦時空における定常な閉じたストリングの配位を一般解として与えた。独立した各2次元平面への解の射影は、角運動量パラメタで決まる(星形)多角形を描き、その幾何学的に美しい構造を明らかにした。またこの解は、論文 [7, 8] で与えたトロイダルスパイラルストリングを特解として含む。この特解は、一様な世界面をもつという特徴的な性質をもつため、閉じたストリングの性質のより詳細な理解に有益となることが期待される。これらの結果は、高次元時空における閉じたストリングが周期的な波形の重力波を放出することを示唆しており、重力波の波形の時空次元に対する依存性が理論的にもまた観測的にも今後重要な課題である。

B. ブラックリング時空における安定束縛軌道とカオス軌道（論文 [1, 4, 5]）

高次元時空ブラックホールには粒子の安定円軌道は一般に存在しない。この4次元時空との違いは、重力場の性質の時空次元に対する依存性から理解可能である。一方、より複雑な重力場をもつブラックリング時空において安定束縛軌道の存在は自明ではない。そこで我々は、リングの S^1 方向の角運動量のみをもつブラックリング時空中の粒子の測地線運動を解析した。その結果、ブラックリング時空において、有質量粒子およびゼロ質量粒子それぞれに安定束縛軌道が存在することを明らかにした(論文 [1,5])。さらにホライズンの外側の有界な領域に束縛された有質量粒子の軌道の一部がカオス的に振る舞うこと示した(論文 [4])。これらはブラックリングとブラックホールの重力場の性質の定性的な違いの一端を明らかにしている。また時間的測地線のカオスの存在は、ブラックリング時空のある隠れた対称性が存在しないことに対する強力な証拠を与えており、これはブラックリング時空の対称性に関する知見を新たにする発見である。