

これまでの研究成果のまとめ

宝利 剛

1. 高次元の真空ブラックホール時空の幾何学的性質についての研究

アインシュタイン重力理論の真空解として Chen, Lü, Pope の三人によって発見された高次元 Kerr-NUT-(A)dS ブラックホール解があり、この解は高次元 (A)dS 空間における真空中を回転するブラックホールを記述している。私はこのブラックホール時空の持ついくつかの対称性の中でキリング・矢野対称性とよばれるものについて研究を行い、以下の成果を得た。

- 高次元 Kerr-NUT-(A)dS ブラックホール時空の曲率の性質について調べ、Weyl 曲率による時空の分類における type D の時空であることを示した。(論文 [1])
- キリング・矢野対称性を持つ時空の測地線方程式が必ず変数分離によって解けることを示した。これは自由粒子の運動を考えると、その軌跡が第一積分によって完全に特徴付けられることを意味している。とくに得られる第一積分は、時空に作用する等長変換群 (アイソメトリー) では理解できない非自明なものを含むことが分かった。(論文 [2])
- キリング・矢野対称性を持つ時空の計量を具体的に求めた。その際、キリング・矢野対称性が縮退しているか否かの 2 通りの場合について考察を行った。
 - － キリング・矢野対称性が縮退していないときの計量が記述されるべき標準形を書き下した。(論文 [8]) さらに真空を仮定すれば、計量が Chen, Lü, Pope によって得られた Kerr-NUT-(A)dS ブラックホール解に唯一に決定されることも示した。(論文 [3])
 - － キリング・矢野対称性が縮退しているとき、そのような計量は任意の次元及び数のケーラー多様体の直積空間を底空間とし、高次元 Kerr-NUT-(A)dS ブラックホール時空がファイバーとなる時空として、ファイバー束の構造を持つことを示した。(論文 [4,5])

2. 高次元の帯電ブラックホール時空の幾何学的性質についての研究

最近では Kubizňák, Kunduri, 安井の三人によって提唱された、ねじれ (トーション) を含むキリング・矢野対称性の拡張が超重力理論の解として現れる様々なブラックホール時空に存在することが指摘されている。そこで私は、より統一的な視点からブラックホール時空の対称性を理解するため、拡張されたキリング・矢野対称性を持つ時空の一般的性質について調べた。またそのような時空における測地線方程式の可積分性 (論文 [7]) やいくつかの演算子に対する性質 (論文 [6]) について成果を発表した。その他、最近の研究成果について以下の成果を挙げる。

- 拡張されたキリング・矢野対称性を持つ時空の計量を具体的に求めた。求められた計量は最も一般的な表現ではないが、既に知られている多くのブラックホール時空がこの研究によって得られた計量の標準形によって表現出来ることを指摘した。こうして、既知の数多くの超重力理論におけるブラックホール時空が拡張されたキリング・矢野対称性を持つことを示した。(論文 [10])
- ねじれを含む佐々木多様体という概念を提唱した。また、拡張されたキリング・矢野対称性を利用し、その具体例を一つ与えた。(論文 [11]) ねじれを含む佐々木多様体という概念は超重力理論におけるコンパクト化される空間の幾何学として現れる可能性が示唆されている。
- 5次元 Kaluza-Klein ブラックホール時空の拡張されたキリング・矢野対称性について考察を行い、この対称性を保持する新しい Kaluza-Klein ブラックホール時空をヘテロ型超重力理論の枠組みで構成することに成功した。(論文 [12])