これまでの研究成果のまとめ

宝利　剛

アインシュタイン重力理論の解として、Chen、Lü、Pope の三人によって発見された高次元ブラックホール解がある。この解は、高次元 (A)dS 空間の物質が何もないところで回転するブラックホール（高次元 Kerr-NUT-(A)dS ブラックホールと呼ばれる）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た。[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。[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。
  - キリング・矢野対称性が縮退していないときかつそのときに限り、計量が
    $$\mathrm{d}s^2=\sum_{\mu=1}^{n}\frac{\mathrm{d}x_\mu^2}{Q_\mu}+\sum_{\mu=1}^{n}Q_\mu\Big(\sum_{k=0}^{n-1}A_\mu^{(k)}\mathrm{d}\psi_k\Big)^2+\varepsilon S\Big(\sum_{k=0}^{n}A^{(k)}\mathrm{d}\psi_k\Big)^2$$
    の形に書かれることを示した（詳細は論文 [8] を参照）。さらに真空を仮定すれば、時空は Chen、Lü、Pope の Kerr-NUT-(A)dS ブラックホールに唯一に決定されることも示した。[3]
  - キリング・矢野対称性が縮退しているとき、時空がファイバー束の構造を持つことを導いた。それはいくつかのケーラー多様体の直積空間を底空間とし、Kerr-NUT-(A)dS ブラックホールがファイバーとして捻られながら乗っている時空である。[4,5]

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、より統一的な視点からブラックホールの対称性を理解しようという動きが強まっている。そこで私は、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、測地線方程式の可積分性 [7] やいくつかの演算子に対する性質 [6] について成果を発表した。

上記の結果をレビュー論文 [8] にまとめた。