

○コンパクト化された余剰次元を持つ高次元ブラックホール [1-22, 24, 25]

高次元ブラックホール解は、弦理論やブレーンワールド模型の文脈で活発に議論されている。我々の観測可能な世界は実質的に4次元なので、余剰次元をコンパクト化した高次元ブラックホール解を現実的なモデルの候補と見なすことができる。そのようなモデルをカルツァ・クラインブラックホールと呼ぶ。4次元のシュヴァルツシルト計量は、球対称性を持つ真空中の一般相対論的重力場を一意に記述する。しかし、カルツァ・クライン構造を持つ高次元時空モデルの4次元部分に漸近平坦性を課しても、計量は一意に決まらない。現在までに構成した押しつぶされた5次元カルツァ・クラインブラックホール解の系列は、歪んだ S^3 の地平線近傍で5次元ブラックホールを表し、無限遠でひねられた S^1 を余剰次元として持つ有効4次元時空に漸近する。つまり、コンパクト化されたひねられた余剰次元を持つ一連の押しつぶされたカルツァ・クラインブラックホール解を、現実的な高次元ブラックホールモデルの一つと見なすことができる。これまでに、熱力学、ホーキング放射、安定性、ジャイロ歳差運動、薄い降着円盤、X線反射分光、強い重力レンズ、ブラックホールシャドウなど、押しつぶされたカルツァ・クラインブラックホールのいくつかの側面について議論されてきた。最近、帯電した静的な押しつぶされた5次元カルツァ・クラインブラックホール時空における、磁化されていない低温均質プラズマ媒体中の光子の運動を調べた。この場合、光子は4次元球対称時空における質量を持つ粒子として振る舞う。プラズマに囲まれた押しつぶされたカルツァ・クラインブラックホールによる光の偏向を弱場近似の下で議論した。一般相対論に対する偏向角の補正を導出し、その補正は余剰次元の大きさ、ブラックホールの電荷、プラズマと光子の周波数の比に関係することがわかった。

○プラズマ中のイオン音波ソリトンによる粒子加速 [23]

イオン-電子プラズマ中を伝搬する円筒状あるいは球状の非線形音波を利用した荷電粒子の新しい加速機構を提案した。円筒対称または球対称性を持つコルトヴェーグ・ドフリース方程式で記述される音波は、波が中心に向かって縮むにつれてその波高が大きくなる。収縮する波に伴う電位によって閉じ込められた荷電粒子は、電位との反射を繰り返すことによってエネルギーを得る。その結果、加速された粒子の冪的なエネルギースペクトルを得ることができた。応用例として、太陽からやってくる高エネルギー粒子がこのソリトン加速機構で生成される可能性があることを簡単に議論した。