今後の研究計画

研究目的

高次元極限を用いた高次元ブラックホールの研究

非線形偏微分方程式であるEinstein方程式は高次元時空においては一般に扱いが困難であるが、高次元極限においては単純化され、特に、ホライズンの変動が比較的緩やかな場合についてはEinstein方程式が有効的な膜の運動方程式に帰着することがわかった。ところが、ホライズン形状のより激しい変動下においては前述のような系統的な扱いは確立できていない。重力崩壊やブラックホール衝突など有効理論的記述が不可能な系での高次元極限を研究し、激しい変動下における高次元極限の適用可能性について探る。また、電荷やスカラー場などの物資場が存在する場合、重力理論が修正される場合など、より一般的な場合のブラックホール解について、その形状やダイナミクスについて理論研究を行う。

研究内容

1、ホライズンに大きな変動が存在する状況下における高次元極限の研究

これまでの研究では比較的緩やかに変動するホライズン近傍時空の高次元極限が主に調べられてきたが、より激しい変動が存在する場合や、ホライズンから遠方で起こる現象については、これまでの定式化の枠内では正しく扱えていない。特に、重力崩壊やブラックホール衝突に伴う重力波放出では、数値解析や別の極限を用いた解析計算から高次元極限の存在が示唆される。また、トポロジー転移を起こす時空解の系列が新しいスケール仮定の元、高次元極限においてリッチフローで記述されることがわかった。これらの現象の高次元極限について調べ、従来とは異なる領域の高次元極限の存在を探る。

2、高次元有効理論の応用研究

高次元有効理論を用いた解析は時空が角運動量や電荷、他の物質場を含む場合にも適用でき、いくつかの場合に解が求められているが、より一般的な状況下での解析を行う。

また、高次曲率理論（Gauss-Bonnet理論、Lovelock理論）への一般化を研究する。高次元時空の存在を予言する超弦理論においては、同時に作用における高次曲率項の存在もまた予言されるため、高次元時空を研究するならばこれらの補正を含めるのが自然である。現在のところ、Bin Chenらによって、Gauss-Bonnet理論への適用可能性が示されているが、回転解のへの適用可能性は知られていない。申請者はGauss-Bonnet理論における回転ブラックホール解やより一般的なLovelock理論における解について、高次元有効理論を用いた解析を行う。

３、AdS/CFT対応への応用

高次元極限は非一様なブラックホール時空に対して有効なアプローチであり、AdS/CFT対応を通して境界面上の場の理論への応用を研究することで、一般には解析が難しい非一様な系に対して解析的な結果を得られる可能性がある。