

今後の研究計画

私は、これまでに重力波物理学に関する理論的な研究を行ってきた。今後も重力波の基礎研究を進めていくとともに、重力波を用いた宇宙の諸現象の理論的探究に取り組み、飛躍的に発展しつつある重力波研究に貢献したいと考えている。

今後の課題として、以下4つのテーマに取り組んでいく。

非束縛軌道に対する自己力補正の評価

これまでに私が行ってきた自己力に関する研究では、粒子が円軌道や楕円軌道の様な束縛軌道を運動する場合を主に取り扱ってきた。今後は、これまでに開発した重力的自己力の計算手法を非束縛軌道の場合に拡張する。また、非束縛軌道における自己力計算の結果を、連星を包括的に記述する解析的モデルの較正に応用する方法について検討する。

ブラックホール時空におけるスピン粒子軌道の永年進化

これまでの研究で、軸対称ブラックホールを周回する粒子に働く自己力の散逸効果を「断熱近似法」により導出する手法を構築した。しかし、これらの計算では粒子の自転(スピン)の影響は無視していた。今後の研究では、断熱近似法の計算をスピン粒子の場合に拡張して、粒子の自転が軌道進化や重力波波形に及ぼす影響を明らかにすることを目指す。

軸対称ブラックホール時空における重力的自己力の導出

ブラックホール摂動法の枠組みにおいて、ブラックホールを周回する粒子に働く重力的自己力の影響を直接計算するためには、(1) 質点に働く自己力の効果は無視した一次精度の重力場摂動計算、(2) 一次摂動からの重力的自己力の導出、(3) 重力的自己力による質点の軌道補正の評価、を順次行う必要がある。これまでの研究では、球対称シュバルツシルト時空に対して、このスキームを数値コードへ実装した。今後は、この成果を回転ブラックホールの場合に拡張し、より現実的なモデルで自己力を評価する手法の開発に取り組む。

ブラックホール摂動法に基づく理論波形の構築とデータ解析法の開発

主要な重力波データ解析手法として知られる「マッチドフィルター法」において、重力波波形(テンプレート)の精密な予測は不可欠である。今後の研究計画として、主要な重力波源である相対論的連星のうち、特に質量が極端に異なる連星に注目し、ブラックホール摂動法に基づく実用的なテンプレートの構築を目指す。また、構築したテンプレートを用いた効率的なデータ解析手法の開発に取り組む。

2017年に宇宙重力波望遠鏡LISA計画が欧州宇宙機構の大規模ミッションとして正式に承認されたことを受けて、国際的な協力体制をより強固にするために、LISAに関わる研究者からなるコンソーシアムが再編された。私は、LISAコンソーシアムの日本サイエンスグループの一員として参加している。今後、本コンソーシアムにおける共同研究を通して、これまでの研究成果の蓄積を活かした貢献をすることで、分野における日本グループの存在感を示していきたい。