

## 学位申請論文公開講演会

日時：2023年1月23日(月) 13:00~

申請者：浅見 拓紀 (QG研)

場所：物理会議室 (C207)

題目：漸近 AdS 時空における自己重力多体系の構成とその重力熱的不安定性

### 主論文の要旨

重力は我々にとって最も馴染み深い力の一つである。しかしその性質には未解明な部分が多く残されており、基礎方程式の非線形性に伴う複雑な現象に注目した研究が盛んに行われている。

重力系の非線形性を強く反映する例として知られているのが、漸近 Anti-de Sitter (AdS) 時空の重力乱流現象である。漸近 AdS 時空は、超弦理論の分野で近年注目されている時空で、内部の物質が遠方におけるポテンシャル壁により閉じ込められるという特徴を持つ。この閉じ込め機構は重力乱流現象の原因の一つであると同時に、実効的に閉じた重力系を実現できることも示唆している。本論文の目的は、この閉じ込め機構を用いて漸近 AdS 自己重力多体系を構成し、漸近平坦な系で用いられる安定性の解析手法を適用することで、重力乱流現象を含む自己重力系特有の現象への示唆を得ることである。

本論文ではまず、空間  $d$  ( $d > 2$ ) 次元 Newton 重力理論を考え、断熱壁に閉じ込められた球対称自己重力多体系を解析した。このとき熱平衡状態は 1 パラメータ系列で与えられ、二次元相空間内の曲線として表現される。系のエントロピーの凸性を調べることで熱的安定性を解析した結果、 $2 < d < 10$  においては平衡解系列の渦状構造に伴う不安定平衡解が現れるが、 $d \geq 10$  では渦状構造が消失することを示した。さらにこの臨界点と相空間における転回点との対応関係を示した。

次にこの手法を漸近 AdS 時空に閉じ込められた自己重力多体系に適用した。ただしここでは断熱壁を仮定していない。初めに熱平衡状態が Maxwell-Jüttner 分布で与えられることを示し、それに対する Einstein 方程式を解くことで漸近 AdS 自己重力多体系の熱平衡状態を構成した。さらに Newton 重力理論と同様の手法を用いて安定性解析を行なった。その結果、熱平衡状態は Newton 重力理論の不安定性に対応する渦構造に加え、相対論的な系に特有の渦状構造を持ち、各々に対応する二種類の不安定性を持つことを示した。特に相対論に特有の不安定性は重力崩壊に伴う不安定性であると結論づけた。なお、二つの渦状構造がともに  $d \geq 10$  で消失することも示した。最後に  $d=4$  の場合について、特殊な対称性 ( $R \times SU(2) \times U(1)$ ) を持つ、角運動量を伴う漸近 AdS 非球対称 Einstein-Vlasov 系の解を構成した。一粒子分布関数として球対称系で Maxwell-Jüttner 分布に帰着する指数関数型の関数系を仮定し、Einstein 方程式を数値的に解くことでエネルギーや角運動量の分布を解析した。

以上の解析より、本研究で得た主な結果は以下のとおりである：1)  $d+1$  次元における静的球対称な相対論的自己重力多体系は二種類の不安定性を持つことを示した。2) これらの不安定性の存在が次元に依存し、 $d \geq 10$  では消失することを示した。3) 有限の角運動量を持つ五次元漸近 AdS 自己重力多体系の解を構成した。