

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 浅 見 拓 紀

論 文 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

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院理学研究科 教授 理学博士 野尻 伸一
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 犬塚 修一郎
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 原田 正康

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

重力は我々にとって最もなじみ深い力の一つである。しかし、その性質について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起因する非自明な現象に注目した研究が盛んに行われている。

近年、特に超弦理論の分野で、負の宇宙項を持つ漸近 Anti-de Sitter(AdS)時空が注目されるようになり、重力理論の分野においてもそこでの重力系の性質が盛んに調べられている。漸近 AdS 時空の特徴は有質量物質の運動に対して、遠方でポテンシャル壁があり、実効的に閉じた重力系が実現されることにある。

本論文は漸近平坦な自己重力多体系に関する研究の手法を漸近 AdS の場合に拡張することで解を構成し、安定性を議論しており、独創的な研究手法と言える。本論文ではまず、空間 d 次元($d > 2$) Newton 重力理論を考え、断熱壁に閉じ込めた球対称自己重力多体系の解析を行った。空間三次元の先行研究と同様に熱平衡状態は 1 パラメータの系列で与えられ、二次元相空間における曲線として表現されることを示した。また、エントロピーの二次変分と転回点法と呼ばれる二つの手法を用い、 $2 < d < 10$ においては平衡解系列のスパイラル構造に伴う不安定平衡解が現れるが、 $d \geq 10$ ではスパイラル構造が消え、不安定解が消失することを示した。

次に同様の手法を、相対論的な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せずに負の宇宙項を導入し、漸近 AdS 時空とすることで系を閉じ込めた。エントロピーの極値によって定められる熱平衡解の分布関数が Maxwell-Jüttner 分布で与えられることを示し、その分布関数を用いて Einstein 方程式を解くことで球対称漸近 AdS 自己重力多体系の相対論的熱平衡解を構成した。Newton 理論の場合と同様の安定性解析を行った結果、Newton 理論の場合に対応するスパイラル構造が存在することを示した。また、このスパイラル構造が $d \geq 10$ で消失することも Newton 理論の場合と同様である。一方、相対論的効果が強くなる状況において、Newton 理論には存在しないスパイラル構造を確認し、相対論的な重力崩壊に伴う不安定性に対応すると結論付けた。これは漸近 AdS 時空において自己重力多体系の熱平衡解、安定性解析に成功した初めての例である。

最後に $d=4$ の場合について、特殊な対称性を持つ、角運動量を伴う漸近 AdS 非球対称 Einstein-Vlasov 系の解析を行った。一粒子分布関数として、球対称な場合に Maxwell-Jüttner 分布に帰着する指数関数型の関数を仮定し、Einstein 方程式を数値的に解くことで、解を構成することに成功し、エネルギーや角運動量分布を解析した。

本論文では主な結果として、1) $d+1$ 次元時空における球対称静的な相対論的自己重力多体系の熱平衡状態は二種類の熱的不安定性を持つことを示した。2) これらの不安定解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 5 次元漸近 AdS 自己重力多体系の解を構成した。

漸近 AdS 時空における重力系の理解を深めるために自己重力多体系を用いたアイデアは非常に独創的であり、今後の発展性も踏まえて高く評価でき、申請者は博士(理学)の学位を与えられるに相応しいと認められる。