

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Analysis of effective temperature of non-equilibrium dense matter in holography (ホログラフィーによる非平衡有限密度物質の有効温度の解析)

氏 名 星野 紘憲

論 文 内 容 の 要 旨

近年、物理学・生物学において非平衡現象の解明に理論・実験両面から研究が遂行されている。また電気伝導などの輸送現象は工学的にも重要であり、非平衡現象の解明は現代科学の重要な課題である。

非平衡状態を表す確率分布の計算は非自明であり、平衡系の温度に対応する有用な巨視的パラメータが存在するのか、存在するならばどのように記述できるのか、これらの問題に対する解答はまだ確立していない。申請者の研究目的は、非平衡状態を特徴付ける有効温度の振る舞いを調べる事である。

本研究では非平衡定常系を考える。非平衡定常系とは、巨視的には時間変化しないが、散逸があるために熱やエントロピーが常に生成される系である。このような系は例えば以下のような状況を設定する事で構成される：①着目系が外力から仕事を受ける、②外力による仕事が散逸として熱浴に放出される。

一方、強く相互作用する非平衡定常系における巨視的物理量は、超弦理論を応用した理論 (AdS/CFT 対応) を用いる事により、計算可能となる場合がある事が知られている。この手法を用いた先行研究において、有効温度の振る舞いが次のように調べられている：熱浴中を外力によって駆動される一定速度、質量無限大の 1 粒子系 (ランジュバン系) において、有効温度は粒子速度に対して非線形に振る舞い、熱浴温度よりも低くなる場合がある。また、熱浴中を定常な外部電場によって駆動される荷電粒子集団から成る系 (導体系) では、荷電粒子の質量および系の電荷密度がゼロである極限において、有効温度は熱浴温度よりも高くなる場合がある。

以上の様に 2 つの系の有効温度は異なる性質を示す場合があるが、熱浴中を一定の外力によって駆動している点で共通しているため、適切な極限をとることで両者の有効温

度が一致することが予想される。また、(外部電場が非ゼロならば)、導体系において、駆動される粒子の質量を無限大にした極限では系にもともと与えられた荷電粒子による電流が支配的であり、電荷密度をゼロとした極限では正負電荷の対生成による電流が支配的である事が知られている。したがって両方の極限を含む模型を用いる事により、それぞれの微視的プロセスが有効温度の振る舞いに与える影響が調べられると期待される。

申請者は、広い範囲の模型において、導体系を構成する荷電粒子の質量および系の電荷密度を変化させ、有効温度の解析を遂行した。結果として、いずれの模型においても、質量または電荷密度が無限大の極限においてはランジュバン系の有効温度と一致する事を解析的に明らかにした。また、特定の模型に対して、荷電粒子の質量および系の電荷密度が有限である場合の有効温度の振る舞いを数値解析によって示し、熱浴温度との比較を行った。特に、外部電場が小さい領域で有効温度の振る舞いと系の電荷密度の関係を解析的に示した。

以上の様に申請者は AdS/CFT 対応によって構成される広い範囲の模型でランジュバン系と導体系の有効温度が整合する事を確認した。また対生成による電流が有効温度を上げる効果を与え、系の電荷密度による電流が有効温度を下げる効果を与える事を見出した。