

湯川フェロー研究成果報告書

氏名：木下俊一郎

研究年度：2010 年度

研究課題：重力理論による強結合系の解析

研究実績の概要：

超弦理論では、AdS/CFT 対応に代表されるような、ゲージ・重力対応と呼ばれる一見異なる理論同士であるゲージ理論と重力理論の間にある種の対応関係が存在することに注目が集まっている。特にこの対応関係から導かれる帰結の一つとして、理論的取り扱いが困難な強結合領域のゲージ理論で記述される量子系が、古典的な高次元重力理論として時空により表され得るということがある。

近年、このようなゲージ・重力対応の物性物理への応用として、ホログラフィック超伝導と呼ばれるモデルが提案された。このモデルは、ゲージ理論側の強結合量子系で記述される超伝導現象を、電荷を帯びたブラックホールと電荷を帯びたスカラー場の系を考えることにより重力側の時空描像で記述するものである。本年度は、このホログラフィック超伝導の相転移現象の非平衡プロセスを探るべく、動的ブラックホール時空の性質を調べた。

このモデルでは、ブラックホール時空における電荷を帯びたスカラー場の不安定性が、ゲージ理論側の超伝導相転移に対応し、ある臨界温度以下ではスカラー場が凝縮したブラックホール時空へと転移する。このブラックホール時空の不安定性の時間発展を数値的に解くことで、相転移中のイベントホライズンの発展の様子を明らかにした。ブラックホール熱力学において、イベントホライズンの面積はエントロピーと対応することが知られており、以上の解析は超伝導相転移中のエントロピー変化と関係付くものと考えられる。

また相転移中の温度変化の様子を明らかにすべく、数値的に求めた動的ブラックホール中でテストスカラー場の発展を解き、Hawking 温度の解析に取り組んだ。

なおこれらの結果は、JHEP 誌に論文発表、また 2010 年物理学会秋季大会において口頭発表を行った。

研究業績発表：

- Non-equilibrium Condensation Process in a Holographic Superconductor,

JHEP 1007 (2010) 050

- 日本物理学会 2010 年 秋季大会 口頭発表
“ホログラフィック超伝導の非平衡過程における性質”

次の所属機関：京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻

「湯川フェロー」に関する感想・要望：

まず自分自身が湯川フェローとして責任を全うできたか、不安に感じる場所もありますので、要望というのはおこがましい気もしております。

その点は留意しつつ、今後のためということで改善点を挙げるとすると、例えば基研のホームページの見やすいところに告知するなど、もう少し認知度を上げるようにしてもよいかと思います。実際、基研内部の人でさえ、その存在や誰がなっているかなどがあまり知られていないようでした。

もう少し貢献できたらという思いもありますが、個人的には、大変ありがたく名誉なことだったと思っております。支給していただいた湯川奨学生奨学金は、研究活動において非常に有益でした。改めまして、二年間ありがとうございました。