

別紙 1 - 1

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 中村 幸輝

論 文 題 目

Study on QGP bulk property based on relativistic resistive magneto-
hydrodynamics

(相対論的電磁流体に基づくクォーク・グルーオンプラズマの物性研
究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 原田 正康
委 員 広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授 博士(理学) 野中 千穂
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 名古屋大学素粒子宇宙起源研究所 教授 博士(理学) 久野 純治
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 渡邊 智彦

論文審査の結果の要旨

我々の物質を構成している陽子や中性子は素粒子であるクォークやグルーオンから構成されている。これらの中に働く強い相互作用の性質を解明することで素粒子物理学と原子核物理学における様々な物理現象を明らかにすることができる。

クォークやグルーオンは通常、陽子や中性子などのハドロンの中に閉じ込められているが、高温・高密度といった高エネルギー領域では、漸近的自由性によってクォークやグルーオンが閉じ込めから解放されたクォーク・グルーオンプラズマ (Quark Gluon Plasma (QGP)) 相が存在する。QGP 相の究明のために高エネルギー重イオン衝突実験が世界規模で遂行されており、QGP の熱力学的・物性的性質が議論されている。さらに、2つの重イオンの衝突の際に生成される 10^{15} – 10^{16} テスラに及ぶ宇宙一とも言える高強度磁場の存在に注目が集まっている。

申請者は、高エネルギー重イオン衝突実験で生じる QGP を相対論的流体として取り扱い、そこで生じると考えられている電磁場との相互作用を相対論的流体力学に基づいて記述するモデルを初めて構築した。まず、電気抵抗を組み入れた相対論的電磁流体力学方程式の数値計算コードを開発した。次に、デカルト座標系に加え、高エネルギー原子核衝突実験における衝突軸方向の強い膨張の記述に適したミルン座標系でのテスト計算を実行した。その結果、開発した数値計算コードは、大きな電気抵抗が存在する場合でも正しい数値解を与えることを示した。

次にこの数値計算コードを米国ブルックヘブン国立研究所の Relativistic Heavy Ion Collider の実験結果解析に適用した。ここで対称系である金-金衝突実験と、非対称系である銅-金衝突実験における荷電ハドロン粒子の集団運動に注目し、これらの物理量の QGP の電気伝導度依存性について議論した。まず、対称系である金-金衝突実験における π 中間子の正電荷と負電荷の非対称なフローの差の計算を行なった。そして数値計算結果と実験結果の比較から、QGP の電気伝導度を求め、その値はおおよそ 0.0058 fm^{-1} であることを示した。さらに、非対称系である銅-金衝突実験でも同様の解析を行なった。この系では π 中間子の正電荷と負電荷の非対称なフローの差がより大きく現れるため、より正確に QGP の電気伝導度を得ることが可能であることを明らかにした。

上記のように、申請者は高エネルギー重イオン衝突実験における QGP と電磁場の相互作用を記述するモデルとして相対論的電磁流体に基づくモデルを初めて構築した。このモデルを高エネルギー重イオン衝突実験に適用し、 π 中間子の集団運動の荷電依存性から実験的に QGP における電気伝導度が測定可能であることを明らかにした。この成果は QGP の熱力学的・物性的性質の解明として価値が認められる。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。