

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 岡本 和久

論 文 題 目 相対論的流体模型を用いた高エネルギー原子核衝突実
験の解析によるクォーク・グルーオンプラズマ物性
の研究

論文審査担当者

主 査	名古屋大学基礎理論研究センター	准教授	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)	原 田 正 康
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)	渡 邊 智 彦
委 員	名古屋大学現象解析研究センター	准教授	博士 (理学)	北 口 雅 暁

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

通常クォークやグルーオンは陽子や中性子に閉じ込められているが、高温・高密度では陽子から飛び出し自由ガスのように振る舞う。この新しい物質はクォーク・グルーオンプラズマ (QGP) と呼ばれ、ビッグバン 10 万分の 1 秒後に存在したと考えられている。地球上での QGP 生成を目指し、一連の高エネルギー原子核衝突実験が世界的に遂行されてきた。そして 2005 年、米国・ブルックヘブン国立研究所(BNL)の Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) で QGP の生成に成功した。ところがこの QGP は強結合 QGP であり、これまでの自由ガスとしての QGP の予想に反する結果であった。この結論に至ったのは強結合 QGP に対応する相対論的流体模型によって RHIC の実験結果の理解に成功したからである。さらに 2010 年には欧州原子核研究機構(CERN) の Large Hadron Collider (LHC) で高エネルギー原子核衝突実験が開始された。現在、QGP 研究は発見の段階は終了し、RHIC と LHC の高統計・高精度の実験データを用いた QGP 物性研究へと移行している。

そこで申請者は QGP 物性の定量的解明を目指し、精度が高く安定な新しい相対論的流体アルゴリズムを開発し、さらにそれを用いて現象論的模型を構築し LHC 実験の解析を行った。まず申請者は高エネルギー原子核衝突に適した座標系での新しい相対論的粘性流体のアルゴリズムを開発し、完全流体、粘性流体、空間多次元の場合のテスト計算を行った。さらに、この新しい流体コードを用いて衝突軸方向に強い膨張がある高エネルギー重イオン衝突における Kelvin-Helmholtz 不安定性についての議論を行った。

次に開発した流体コードを実験解析にふさわしい現象論的模型に適用した。採用した現象論的模型は相対論的流体模型と陽子などの運動を追う分子動力学シミュレーションの組み合わせからなる。この模型を LHC の鉛鉛衝突実験の解析に適用し、実験で観測された荷電粒子、 π 中間子、K 中間子、陽子といった生成粒子の衝突軸方向の分布、運動量分布を解析した。その結果、方位角異方性の中心度依存性、衝突軸方向の分布が QGP のずり (シア) 粘性、体積 (バルク) 粘性に敏感であることを見出した。開発した現象論的模型の LHC 実験の解析から QGP の輸送係数の温度依存性の存在を示した。

これらは、高エネルギー重イオン衝突実験研究における QGP の輸送係数の温度依存性解明に向けた初めての包括的な解析である。申請者が構築した現象論的模型は今後様々な実験解析に利用可能で、さらなる QGP 物性の解明の道を開拓したことは高く評価される。よって申請者は、博士 (理学) を授与されるにふさわしいと認められる。