

論文審査の結果の要旨

氏名 赤松幸尚

本論文は5章からなる。第1章は、イントロダクションであり、量子色力学(QCD)における様々な相について、及び、相対論的重イオン衝突によるクォーク・グルーオン・プラズマ生成についての概観が述べられている。章の最後には、この学位請求論文の章の構成なども述べられている。

第2章は、重イオン衝突における時間発展についての概略が示されている。アメリカ、ブルックヘブン国立研究所の Relativistic Heavy-ion Collider (RHIC) や欧州、CERN の Large Hadron Collider (LHC) により、相対論的な重イオン衝突の実験的解明は大きな進歩をとげてきた。特に、クォーク・グルーオン・プラズマでは、完全流体モデルが放出粒子の実験データをよく再現することが分かった。それを受けて、本章では、流体的な理論的扱いが導入され、状態方程式なども言及されている。流体モデルに基づく時間発展の上に乗っかって次章以降の研究が展開されているので準備として重要な章である。

第3章は、この学位申請論文の大きな柱2本の内の一つである。クォーク・グルーオン・プラズマの輸送的性質に注目し、相対論的重イオン衝突における重いクォークの拡散(diffusion)について述べられている。相対論的重イオン衝突の過程でチャームやボトムのような重いクォークが最初のハードコリジョンで出来、それらが不純物の拡散のようにブラウン運動で拡がっていくプロセスを、相対論的なランジュバン方程式により記述した。ハドロン化過程を経て、相対論的重イオン衝突から出て来る電子のシングル・スペクトルの実験データと理論計算を比較し、それを比較的よく再現する摩擦係数を求めた。得られたものはガンマの値で1~3となって、弱い結合の QCD から予見されるものに比べて、3~10倍とかなり大きくなっており、その解明は今後の重要な課題である。

第4章では、この学位申請論文のもう一つの大きな柱である、相対論的重イオン衝突でのレプトン対の生成(dilepton production)が議論されている。これは電磁的放射に他ならず、クォーク・グルーオン・プラズマにおける電荷ゆらぎとそれで生成される電荷の拡散を反映する。実験データが従来の解釈では説明できないのを確認した上で、低い振動数で長い波長領域のスペクトル関数はある輸送的性質に大きく支配されている可能性を示唆した。電荷の拡散係数と拡散電流の緩和時間という2つの輸送的なパラメーターにより実験で得られたスペクトル関数を表わすことを行った。それにより、求められた値は、拡散係数に関しては、弱結合の描像で得られるものと一致し、緩和時間は強結合の描像のものに近いことが分かった。このような相容れない描像の組み合わせが意味するものが何か、今後の課題であり、クォーク・グルーオン・

プラズマのさらなる深い理解へ向けての重要な知見を与えている。

第5章では、以上述べてきたような、まとめと結論が示されている。そこに述べられているように、完全流体模型の計算は共同研究者である平野哲文博士の結果によっているが、それに基づいた以上述べてきた研究は本人によるものである。

本学位申請論文では、クォーク・グルーオン・プラズマに関して輸送的性質に着目し、確立されつつあるようにも見える完全流体模型とは場合によっては異なる要素を示唆しているかもしれない性質を2つ提示している。その意味で、オリジナリティがあり、学術的な価値の高い論文であると言える。審査員全員で、博士(理学)を授与するにふさわしいものである、という判定をした。