

論文審査の結果の要旨

氏名 林 真一

本論文は5章と二つの付録からなる。本文は序論(第1章)、物理背景(第2章)、実験装置(第3章)、データ解析(第4章)、結果と考察(第5章)、まとめ(第6章)とグラウバー模型に基づいた相対論的重イオン衝突の運動学及び解析における検出器信号のカット情報一覧が付録として添付されている。

量子色力学によって高温・高密度状態においてクォークおよびグルーオンからなるプラズマ状態(Quark Gluon Plasma: QGP)の存在が予想されている。第1,2章では高エネルギー重イオン衝突によるQGP研究の概要と本研究において問題とするQGP研究のプロープである J/ψ 粒子についての解説がされている。QGPでは色荷に対するデバイ遮蔽効果によって J/ψ などのクォークニウムが抑制されると考えられる。他方チャームクォーク対による J/ψ 生成率の増加、衝突の始・終状態におけるいわゆる原子核効果などが J/ψ 観測量に相乗される。そこで本研究では、欧州原子核研究所のLarge Hadron Collider (LHC)で得られた重心系衝突エネルギー($\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV)のp-Pb衝突データを用いて J/ψ 生成率を測定し、p-p衝突断面積で規格化することで、p-Pb衝突における原子核効果を調べることを目的とした。

第3章では実験に用いられたALICE検出器の概要と、中に組み込まれた測定器群のうち、本研究で J/ψ イベント同定に用いた e^+e^- ペア導出に必要な $V0$ (シンチレータアレイ)、 $T0$ (チェレンコフアレイ)、ITS(Si検出器アレイ)、TPC(ドリフト型ガス検出器)、TRD(多芯比例ガス検出器)の検出効率、位置・時間分解能など機器の性能・特徴が示されている。本実験では $T0$ 、 $V0$ がイベントトリガー、粒子多重度測定に使われ、ITSが飛跡再構成と衝突点測定に、TPC、TRDが飛跡再構成、粒子同定に用いられた。

第4章のデータ解析では、本研究にあたって申請者が行った電子対崩壊イベントによる J/ψ 事象の抽出、 J/ψ 生成微分断面積の導出が系統誤差評価の詳細な説明とともに記されている。また本研究では原子核効果を評価するための基準となる、同一重心エネルギーでのp-p衝突に於ける J/ψ 生成微分断面積を過去の実験データから内挿して定量的に求めている。

第5章において、得られたp-Pb、p-p衝突における J/ψ 生成微分断面積の比から原子核補正係数(R_{pPb})を求めた。衝突中心領域での原子核効果を横方向運動量の関数として初めて導くことができた。この結果をミュオンペア崩壊事象から得られた衝突前・後方での測定結果と組み合わせることで、中心及び前方領域での J/ψ 抑制が明らかとなった。また $p_T=1.5\sim 4.5$ GeV/cの比較的低い運動量領域では抑制が顕著となっており、これらの実験結果を模型予測値と比較することで、デバイ遮蔽効果のみではこの抑制が説明できず、原子核内でのグルーオンの分布関数の変化と初期エネルギー損失を考慮したいくつかの模型予測と一致する結果になっていることが示された。つぎに今回得られた R_{pPb} のデータから単純な仮定のもとにPb-Pb衝突での原子核効果を示すスペクトルを生成し、これを分母として実験的に得られている R_{pPb} との比を求めたところ、低い運動量($p_T < 4.5$ GeV/c)では J/ψ 生成率が1を超える増大を示し、高い運動量($p_T > 4.5$ GeV/c)では顕著な抑制が見出された。これらの効果は、QGPに於ける J/ψ 生成の増加と抑制機構を示しているものと考えられる。

実験は共同研究者とともに行われたが、電子対崩壊イベントによる J/ψ 事象の抽出とその最適化、および本研究に関連するデータの解析と考察は申請者が中心となり進めたものと判断できる。よって審査員全員が本論文を博士(理学)の学位請求論文として合格であると判定した。博士(理学)の学位を授与できると認める。