

論文審査の結果の要旨

氏名 大山 健

本論文は、核子対あたりの重心エネルギー130GeVでの金原子核同士の衝突で発生する π^0 粒子の横運動量分布を、衝突の中心度別に測定し、そこから高エネルギー重イオン衝突の初期状態を研究したものである。

格子量子色力学等によると、高エネルギー密度状態では、通常のハドロンに見られるクォークの閉じ込めが破れ、クォークとグルーオンのプラズマ状態(QGP)に相転移がおこると考えられている。多数の核子が短時間に衝突する、高エネルギーの原子核・原子核衝突は、この状態を人工的に作り出す有力な手段と考えられ、QGPの性質を系統的に研究できる場として注目されている。本論文は、米国ブルックヘブン国立研究所に建設された、重イオン衝突加速器RHICを用いて行った実験で、現時点で世界最高エネルギーの衝突からの π^0 粒子生成の初めての論文である。

QGPの性質とその実験的な観測方法は、多くの理論的な提案はあるが、確定的なものはなく、実験での観測方法は確立しているとは言い難い。このため、衝突から発生する粒子の測定を様々な条件のもとに行い、その比較を進めることが重要となる。提出者は、衝突の初期に生成する高い横方向運動量を持ったパートンが、高エネルギー状態の領域を通過する際にエネルギー損失を行う、ジェットクエンチングと呼ばれる現象に注目し、高い横方向運動量を持った π^0 粒子の生成断面積の測定を行った。QGPの理論からは、定量的な予言が得られていないため、分布を衝突の中心度別に測定し、核子・核子衝突あたりの生成予想と比較した。中心度は、生成粒子の多重度分布から求め、グラウバー理論に基づいて、各中心度での核子・核子衝突の頻度を見積もった。

測定した1GeVから5GeVまでの π^0 の横方向運動量分布を見ると、分布の形は中心度に寄らずほぼ一定であるが、生成量の大きさに大きな中心度依存性があることがわかった。粒子多重度の小さい周辺衝突事象では、核子・核子衝突の実験データから予測する生成量と無矛盾であったが、中心衝突では、予想のほぼ半数に収量が抑制されていることを示した。これは、今までのより低いエネルギーでの原子核・原子核衝突では見られなかった現象であった。

モデルに依存する解析であるが、提出者は、中心度の値から衝突の初期エネルギー密度を見積もり、これを変数として抑制度を調べた。初期エネルギーが2~3GeV/fm³では、核子・核子の重ね合わせで記述できるが、3GeV/fm³を超えると大きな抑制が始まっていることを示した。これは低エネルギーでの実験ではこのエネルギー密度には達していないと考えられるので、このような抑制がなかったと考えると矛盾せず、あるエネルギー密度以上で強い抑制がおこるといふ、相転移的な変化の可能性を示唆している。

この考察はモデルに強く依存するため、厳密に定量的な結論をつけることは出来ないが、この論文で得られた、世界最高エネルギーの原子核原子核衝突で初めての π^0 生成の中心度別測定は今後原子核衝突におけるQGPの時間的変化を研究するに当たって、基礎的で重要なデータを与えるものである点、そして中心度に依存した抑制度変化を初めて示した点等で、博士論文としての資格を有すると判断する。

なお実験は米国ブルックヘブン国立研究所の William A Zajc 氏をスポークスマンとする国際共同実験 Phenix グループとの共同研究であるが、この論文に関しては提出者が主体となって解析及び検証を行ったものである。また、実験の遂行にあたって、提出者は測定器の建設から参加し、とくにリングイメージ型チェレンコフ光検出器の読み出し回路開発の中心的な役割を担っていること、この解析に重要な π^0 粒子の再構成法の開発を進めたことも特筆でき、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上により、博士(理学)の学位を授与できると認める。