

論文審査の結果の要旨

氏名 織田 勸

本論文は 8 章からなる。第 1 章は、イントロダクションであり、量子色力学に基づく計算が予想する高温高エネルギー密度状態でのクォークの閉じ込めが破れることによるクォークグルーオンプラズマ(QGP)への相転移について解説し、本論文の内容と構成について述べている。第 2 章は、高エネルギー重イオン衝突におけるチャーモニウム生成の背景にある理論と、これまでの実験結果の解説である。米国ブルックヘブン国立研究所の重イオン衝突型加速器 RHIC で取得された陽子衝突のデータからの予測と比べて、金原子核衝突のデータでは J/ψ の収量が最大 3 割にまで抑制されている。しかし、QGP 以外の冷たい原子核物質(CNM)によっても収量は抑制されるので、その影響を評価するために重陽子金原子核衝突が行なわれたが、統計量が少なく、収量抑制に関して 30%程度の不定性があった。衝突に関与する核子数が多くなるにつれて、QGP による抑制が現れ始めると考えられるが、金原子核衝突のデータでは衝突に関与する核子数が小さいところでの統計・系統誤差が大きく、定量的な議論が困難であった。また、 J/ψ は直接生成されるものだけでなく、励起状態である χc 粒子や ψ' 粒子の崩壊を通して生成されるが、収量抑制は束縛エネルギーに依存すると考えられるので、それらの寄与を知ることが J/ψ の収量抑制の理解のためには不可欠である。しかし、チャーモニウム生成の理論的理解は不十分であり、 χc 、 ψ' ともに RHIC のエネルギー付近での測定結果も存在しなかった。これらの問題点を解決するため、金原子核に比べ質量数が小さく、CNM の影響が支配的になると考えられる銅原子核衝突の際の J/ψ の収量の測定と、陽子衝突の際の J/ψ のうちの χc の崩壊からの寄与の測定が行われた。第 3 章は、実験で使用した RHIC と PHENIX 検出器に関する記述である。RHIC は 2000 年から運転が開始され、核子対あたりの重心エネルギーが 200GeV で陽子から金原子核までを衝突させることができる。PHENIX 検出器は中央ラピディティで電子と光子を捉える能力を持つ。第 4 章では、2005 年と 2006 年に行なった銅原子核衝突と陽子衝突のデータの取得について述べてある。第 5 章には、銅原子核衝突で生成される J/ψ の測定と結果が記述されていて、電子陽電子対の不変質量を再構成することにより J/ψ を測定した。得られたデータは衝突に関与する核子数が 100 以下の領域で、既存の金原子核衝突のデータと誤差の範囲内で一致するもので、統計・系統誤差を大幅に縮小させた。第 6 章は、陽子衝突で生成される χc の測定と結果である。 χc も不変質量を再構成する方法により J/ψ と光子に崩壊するモードで測定され、 J/ψ のうち χc の崩壊により生成された割合の上限値が 4 割以下という結果を得た。第 7 章では、得られた結果についての議論を行っている。衝突に関与する核子数が 60 以下の領域で QGP の影響がなく、CNM の影響のみがあると仮定すると、重陽子金原子核衝突のデータを用いた場合と同程度まで銅原子核衝突のデー

タで CNM の理論モデルのパラメータを制限できることがわかった。重陽子金原子核のデータのみを用いた CNM の理論モデルの予測を銅原子核衝突と金原子核衝突のデータと比較することで、衝突に関与する核子数が約 100 になると CNM の影響以外による収量抑制の効果が現われ始めることがわかった。第 8 章では、本研究により得られた結果がまとめられている。

以上のように本論文では CNM の影響の不確定性を低減し、 J/ψ の収量抑制を定量的に議論するための物理量の測定が行なわれ、その結果は今後のクォークoniumを用いた QGP の研究に大きく寄与するものである。

なお、本研究は PHENIX 実験グループの共同研究であり、論文提出者はその一員として実験グループに参加しているが、本論文に関しては提出者が主体となって解析および検証を行なったものである。また、このデータ解析で重要な役割を果たした電子識別装置の運転と較正は、論文提出者が中心となって行ったものである。従って、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。