

論文審査の結果の要旨

氏名 菅野 光樹

本論文は、12GeV 陽子と原子核衝突による J/ψ 粒子の生成実験に関するものであり、全5章から構成される。第1章は、序章として、 J/ψ 粒子生成機構の理論背景を概観し、今回の実験は原子核を標的とすることから、考えられる原子核媒質効果について説明している。そして低エネルギー領域で発現すると考えられる非摂動効果に関して、その理論的背景および先行研究を紹介し、特に核子中に非摂動的に生成されるチャームクォーク (Intrinsic charm) による J/ψ 粒子の生成機構に関して言及し、本研究の低エネルギー領域での J/ψ 粒子生成実験の重要性を示している。第2章では、実験の具体的な測定手法、装置の詳細が記述されている。実験は、KEK-PS において、12GeV 陽子ビームを用いて炭素と銅の原子核標的に対して行なったものである。ビームライン、標的、各検出器の構造・性能、そしてデータ収集系に関して述べられている。第3章では、測定した実験データをもとに、飛跡検出器と粒子識別検出器の組み合わせにより、生成 J/ψ 粒子からの電子・陽電子対崩壊事象を再構成し、炭素・銅標的の各々について、不変質量分布から生成断面積を決めるデータ解析の詳細が説明されている。第4章で、 J/ψ 粒子生成断面積の実験結果を示し、摂動的なハードプロセスに関して非相対論的 QCD モデル (NRQCD) による解析を行っている。さらに非摂動効果で生じるチャームクォークからの Intrinsic charm の寄与を考慮し、実験データとの比較を行ないながら、低エネルギー領域での J/ψ 生成機構について議論を深めている。最後に第5章で結論を簡潔に示している。

本研究は、12GeV 陽子・原子核衝突による J/ψ 粒子の生成機構を詳細に調べたものである。重心系エネルギーは 5.1 GeV であり、強い相互作用によって J/ψ 粒子の生成断面積を測定した実験において最低のエネルギーとなり、この閾値近傍での J/ψ 粒子の生成実験は学術的価値が高いと考えられる。丁寧な実験データ解析を完遂し、さらに、論文申請者は、非摂動的効果の一つである Intrinsic charm の寄与に着目した点は興味深い。その結果、摂動的なハードプロセスによる生成と、Intrinsic charm の非摂動効果を取り入れた生成の双方のシナリオは誤差の範囲で実験結果と矛盾しないことが明らかとなった。得られた実験データの統計が少ないながらも、Intrinsic charm が J/ψ 粒子生成に寄与する可能性を初めて指摘した結果となり、今後の低エネルギー領域での J/ψ 生成機構解明にむけて重要な成果となった。

なお、実験自身は、論文申請者の大学院在籍前に行われており、データ解析が主となっているが、この J/ψ 粒子識別に重要な電磁カロリメータの解析とエネルギー校正、そして J/ψ 粒子生成のモンテカルロシミュレーションのイベントジェネレータ等、 J/ψ 解析の全てに関して、論文提出者独自に新規開発した解析ツールが中核となっている。さらに、この低エネルギー領域での J/ψ 生成機構について、Intrinsic charm 等の非摂動効果を考慮した着眼点は意義深い。また本研究とともに、ガス電子増幅検出器を用いた

Hadron Blind Detector の開発を主導し、実験装置開発の研究経験も豊富で、筆頭著者として論文発表をすでに行なっている。このように、この低エネルギー領域での J/ψ 生成の解析を主導するとともに、非摂動効果の寄与の可能性を初めて指摘した本研究は論文提出者の寄与が大きく、学位論文としての基準を十分超えていると判断される。また、この研究手法の展開により、今後の J/ψ 粒子生成における非摂動効果解明に向けた研究が進展することが期待される。

以上により、博士（理学）の学位を授与できると認める。