

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 平田 光

論 文 題 目

Study of the $X(3872)$ Invariant Mass Distribution Using

the $B \rightarrow (X(3872) \rightarrow D^0 \bar{D}^{*0})K$ Decay at the Belle Experiment

(Belle 実験における $B \rightarrow (X(3872) \rightarrow D^0 \bar{D}^{*0})K$ 崩壊を用いた

$X(3872)$ 不変質量分布の研究)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教授	博士(理学) 飯嶋 徹
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(理学) 原田 正康
委 員	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士(理学) 北口 雅暁
委 員	日本原子力研究開発機構	研究主幹	博士(理学) 谷田 聖

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

物質を構成する基本的な粒子であるクォークは単独では取り出せず、ハドロンと呼ばれる複合粒子として観測される。多くのハドロンは、クォーク模型によって3つのクォークで構成されるバリオンと、クォークと反クォークで構成されるメソンに分類されるが、近年、異なる構造を持つ状態（エキゾチックハドロン）の候補が発見されている。

その候補の1つである $X(3872)$ は、KEKのBelle実験で $B \rightarrow J/\psi\pi^+\pi^-K$ 崩壊における $J/\psi\pi^+\pi^-$ 不変質量分布の3872 MeV/ c^2 にある幅の狭いピークとして発見された。その崩壊過程にチャーム(c)・反チャームクォーク(\bar{c})で構成される J/ψ メソンが含まれることから、これは $c\bar{c}$ メソンに似た状態と考えられる。一方で、その質量はクォーク模型から予想される $c\bar{c}$ メソンの質量と矛盾し、 $D^0\bar{D}^{*0}$ 閾値と一致することから、この状態には D メソンと \bar{D}^* メソンの分子状態が関与していると指摘されている。しかし、その構造は未だ明らかにされていない。

申請者は、 $X(3872)$ の構造を明らかにすることを目的とし、その情報が反映される $X(3872) \rightarrow D^0\bar{D}^{*0}$ 信号の不変質量分布(ラインシェイプ)を測定した。測定には、Belle実験で取得された約7.7億の $B\bar{B}$ メソン対の崩壊データから抽出した $B \rightarrow (X(3872) \rightarrow D^0\bar{D}^{*0})K$ 崩壊過程を使用した。これまでに観測されている $X(3872)$ の崩壊過程のなかでは、 $D^0\bar{D}^{*0}$ 崩壊過程が、観測される幅に対する検出器の質量分解能が最も優れており、構造に対する感度も高いことに着目した。ラインシェイプの評価には、チャンネル結合効果を考慮したフラット(FL)模型を使用した。これは、通常のハドロンの記述に用いられるブライトウィグナー(BW)模型では表現できない、分子状態が関与する場合のラインシェイプの歪みを描写できる。先行研究であるCERNのLHCb実験での $X(3872) \rightarrow J/\psi\pi^+\pi^-$ 崩壊サンプルを用いたFL模型解析と比較すると、 $X(3872) \rightarrow D^0\bar{D}^{*0}$ 崩壊を用いる本研究は、質量分解能に優れている点と $D\bar{D}^*$ チャンネル結合の強さを測定するために不可欠な $X(3872) \rightarrow D^0\bar{D}^{*0}$ 崩壊分岐比の情報が含まれる点で有利である。データ解析においては、 D^0 メソン再構成に用いる崩壊過程を増やして $X(3872) \rightarrow D^0\bar{D}^{*0}$ 信号数の向上を図るとともに、検出器応答の質量依存性を詳細に評価し、より精密なラインシェイプの測定を行った。

以上の解析により、申請者は、まず従来の $X(3872) \rightarrow D^0\bar{D}^{*0}$ 解析に使用されてきたBW模型によるラインシェイプの評価を行い、質量を $3873.71^{+0.57}_{-0.52}$ MeV/ c^2 、幅を $5.2^{+2.2}_{-1.6}$ MeVと決定した。これは、同じ崩壊を用いたBelle実験とBABAR実験の先行研究よりも測定精度を22%以上改善するものである。そして、FL模型に基づくラインシェイプの評価を行った結果、LHCb実験では決定されなかった $D\bar{D}^*$ チャンネル結合定数 g について、新たな制限 $g > 0.075$ (95%信頼度)を得た。

以上のとおり、本研究は、従来を上回る精度で $X(3872)$ のラインシェイプを測定するとともに、新たな手法の導入によって、 $X(3872)$ の構造に関する新たな知見を得ることに成功した。また、将来的には、Belle実験の後継実験として進行中のBelle II実験やLHCb実験において、 $X(3872)$ だけでなく、類似する他のエキゾチックハドロンについても、それらの構造に関する研究を進める指針を与える価値の高い研究である。よって、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。