

氏名	瀧 遼亮			
学位の種類	博士 (理学)			
学位記番号	博 甲 第 7638 号			
学位授与年月日	平成 28 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	数理解物質科学研究科			
学位論文題目	Search for Higgs Boson Pair Production in the $hh \rightarrow b\bar{b}\tau^+\tau^-$ Channel with the ATLAS Detector (アトラス検出器におけるボトムクォーク及びタウレプトン対に崩壊するヒッグス粒子対生成の探索)			
主査	筑波大学教授	理学博士	金 信弘	
副査	筑波大学教授	博士(理学)	受川史彦	
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	山崎 剛	
副査	筑波大学准教授	理学博士	原 和彦	

論 文 の 要 旨

本論文は、欧州原子核研究機構 CERN 研究所の陽子・陽子衝突型加速器 LHC (Large Hadron Collider) を用いた重心系エネルギー8TeVの陽子・陽子衝突実験 ATLAS においてボトムクォーク対及びタウレプトン対に崩壊するヒッグス粒子対生成の探索を行い、その結果を報告したものである。

素粒子標準理論では、大きく分けて3種類の素粒子が存在する。ひとつはクォークとレプトンであり、これらが物質を構成し、次にゲージボソンであるグルオンと光子とW/Zボソンが力を媒介し、ヒッグス粒子がこれらの物質構成粒子とW/Zボソンに質量を与える。ヒッグス粒子はこれまでにLHC加速器の二つの実験ATLASとCMSですでに発見されているが、ヒッグス粒子の性質の解明がこれらの実験における今後の課題とされている。本研究の目的は2つあり、一つはヒッグス粒子対生成を探索することで将来のヒッグス粒子自己結合定数の測定の準備を進展させることである。もう一つは素粒子標準理論では予言されていない重いヒッグス粒子を、ヒッグス粒子対に崩壊するチャンネルで探索することである。

本研究では、重心系エネルギー8TeVの陽子・陽子衝突において、ヒッグス粒子対がそれぞれボトムクォーク対と τ 粒子対に崩壊するチャンネルで、ヒッグス粒子対生成候補事象を選択した。このときボトムクォーク対は崩壊長が観測可能なボトムクォーク起源のジェット対として検出した。 τ 粒子対は一方が電子あるいは μ 粒子の荷電レプトンに崩壊するチャンネルで検出し、他方はハドロン・ジェットとして検出した。これらは、それぞれ τ 粒子のレプトニック崩壊とハドロニック崩壊に対応する。この探索の結果、ヒッグス粒子対生成候補事象を測定して既知の背景事象予測値と比較した結果、測定誤差の範囲で一致することが確認された。そこで、ヒッグス粒子対生成断面積の上限値として95%信頼度で1.31pbを得た。また、ヒッグス粒子対に崩壊する重いヒッグス粒子の生成断面積上限値(95%信頼度)として、重いヒッグス粒子

の質量が 260GeV に対して 4.2pb、1000GeV に対して 0.46pb を得た。この新しい測定によって、ヒッグス粒子対生成の理解を大幅に改善した。

審 査 の 要 旨

〔批評〕

素粒子標準模型でヒッグス粒子は質量の起源を与える粒子で、標準模型の最重要な役割を担う粒子である。本研究では、2012年にCERN研究所の陽子・陽子衝突型加速器LHC (Large Hadron Collider) を用いた重心系エネルギー7TeVと8TeVの陽子・陽子衝突実験ATLASとCMSによって発見されたヒッグス粒子が対生成され、それぞれがボトムクォーク対及びタウレプトン対に崩壊する事象を探索し、その結果を報告した。この研究はヒッグス粒子の自己結合定数を決定するのに重要なチャンネルとなり、ヒッグス粒子が素粒子標準模型のヒッグスであるか、あるいは素粒子標準模型を超える理論があるのかを知る大きな手掛かりとなる。本論文の研究では、ATLAS 実験において得られた陽子・陽子衝突事象の中から、ヒッグス粒子対がそれぞれボトム・クォーク対とタウレプトン対に崩壊するチャンネルで信号を探索した。このチャンネルでヒッグス粒子対生成を探索することは世界で初めて行われたものであり、意義深い。濱君が中心となって推進したこの解析結果は、ATLAS 実験という大グループで吟味され、承認され、Physical Review D の論文として2015年に出版された。

2012年に重心系エネルギー8TeVで収集された20 fb⁻¹相当のデータを解析した結果、ヒッグス粒子対生成は観測されなかったが、ヒッグス粒子対生成断面積の上限値として95%信頼度で1.31pbを得た。また、ヒッグス粒子対に崩壊する重いヒッグス粒子の生成断面積上限値(95%信頼度)として、重いヒッグス粒子の質量が260GeVに対して4.2pb、1000GeVに対して0.46pbを得た。この新しい測定によって、ヒッグス粒子対生成の理解を大幅に改善した。この結果はヒッグス粒子の自己結合定数を測定する基盤的解析であり、将来のヒッグス粒子の自己結合定数の測定に役立ち、それによって素粒子物理学の発展に大いに貢献するものである。

〔最終試験結果〕

平成28年2月19日、数理物質科学研究科学学位論文審査委員会において審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

〔結論〕

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。