

学位申請論文公開講演会

日時：2025 年 01 月 30 日(木) 10:00 ~

申請者：三森 由暉 (N 研)

場所：物理会議室 (C207) およびオンライン

題目：Differential cross-section measurements for the Higgs boson production via vector-boson fusion using the di-tau decay channel in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector

(ATLAS 実験の $\sqrt{s} = 13$ TeV 陽子・陽子衝突データにおけるタウ粒子対崩壊を用いたヒッグス粒子 ベクターボソン融合過程の微分断面積測定)

主論文の要旨

素粒子物理学はこの世界を形作る最も基礎となる学問であり、その理解は物質の成り立ちから宇宙の始まりまで幅広いスケールの科学を解き明かす。素粒子の標準模型は今日までに得られた多くの実験的事実を説明する一方で、標準模型を超えた現象は確かに存在する。そのため、標準模型を超えた物理を探るため、その予測を超えた現象の観測が切望されている。

標準模型において、ヒッグス粒子は電弱対称性の破れによって素粒子に質量を与える。この粒子は2012年に発見され、現在までに数種類の素粒子と標準模型通りの結合をすることが観測されている。そこで本論文では、確立された標準模型のヒッグス粒子をプローブとする新物理探索を試みた。

本研究では、ヒッグス粒子のベクターボソン融合過程の微分断面積を測定し、新物理の寄与を探る。この生成過程は、弱ボソンとヒッグス粒子が直接結合する最も断面積の大きな過程であり、電弱対称性の破れに関わる新物理に高い感度を持つ。さらに微分断面積の測定領域はヒッグス粒子運動量のビーム軸に垂直な成分 $p_T(H)$ と生成過程由来のクォーク対の不変質量 m_{jj} によって8つの領域を定義する。ヒッグス粒子の崩壊にはこの生成過程に最も感度が高いタウ粒子対を選んだ。

私は、断面積測定の精度を高めるため、信号事象を主要な背景事象から分離する手法を開発した。シミュレーションサンプルを用いて機械学習 boosted decision tree を構築し、断面積の測定領域ごとに最適な出力閾値を設けることで figure of merit を最大 24% 改善した。この最適化した手法を用いて微分断面積を測定した。

ベクターボソン融合過程の包括的な生成断面積は、標準模型の予測値との比として $0.93^{+0.17}_{-0.15}$ の値を得た。これは 18% の誤差をともなう精度で標準模型と一致する結果であった。さらに、8 領域の微分断面積においても、標準模型との顕著な乖離は見つからなかった。