

拠点形成事業 2023 年度海外派遣報告書

申請者氏名（所属・学生の 場合は学年）	河本地弘（京都大学理学研究科・博士後期課程 2 回生）
E メールアドレス	

若手長期派遣	共同研究整理番号：R1
用務	LHC-ATLAS 実験における超対称性粒子スタウ粒子の探索に向けた解析手法 の開発とデータ取得
用務地・用務先・日程	ジュネーブ（スイス）・欧州原子核研究機構（CERN）・2024/4/24- 2024/7/23

研究成果内容（研究成果論文リストもあわせて添付してください）：

本研究は LHC-ATLAS 実験 Run-3 においてタウ粒子信号を用いた探索を行うことを目的としており、本派遣においてはそのための物理データ取得および解析手法の開発を行なった。

本研究では、信号となる運動量が低い 2 つのタウ粒子を再構成・同定するかが探索感度の鍵となる。本派遣において、まずは既に開発されている低運動量を持つボトムクォークの崩壊点再構成手法を参考に、一定の寿命を持つために衝突点から離れたタウ粒子の崩壊点を再構成する手法の開発を進めたが、これは多くの低運動量飛跡が存在するために正確な再構成を行うことが困難であるとの結論に至った。

タウ粒子の崩壊モードで最も多くを占めるのは、低運動量の荷電パイ中間子を伴いハドロニックに崩壊するモードである。この時、タウ粒子の寿命のためにパイ粒子の飛跡が衝突点に対してわずかに距離を持つ。このことから、ATLAS 実験における衝突点から少し離れた点で生じるパイ粒子を捉える先行解析に着想を得て、低運動量で衝突点から離れた飛跡を用いてタウ粒子を捉えることを考えた。実際に、過去の解析のカット条件を最適化して本解析でどの程度探索感度を探索できるか調査を行い、ある程度の信号事象を取り出すことができたが、実際に探索を行うには感度が十分でないことを確認した。

これらを踏まえ、まずは標準的な再構成手法を用いた感度の確認と最適化を進めることとした。現在の ATLAS 実験における標準的なタウ粒子同定手法は RNN を用いているが、標準的な設定では 20 GeV 以下のタウ粒子信号はタウと判定されないように設定がなされていたため、これを拡張して低運動量領域での再構成感度を確認した。また、GNN を用いた新たな同定手法についても感度を確認し、すでに確立された RNN を用いた手法に比べまだ感度の安定性が十分でなく、サンプルに依存した挙動を示していることを確認した。更に、これらの同定手法により判定したタウを用いた場合の探索感度について評価手法を確立した。これらの結果および探索感度とその最適化について秋の物理学会にて発表予定である。

一方で、物理探索のためのデータ取得についても積極的に携わった。ハードウェアを用いたミューオントリガーのエキスパートとして、運用のためのシフトをとってオペレーションに携わった他、他の検出器からの信号を用いたトリガーレートの削減のため、他のエキスパートと協力し、運用のための調整と最適化を進めた。特に、システムを有効化する領域について緻密に調整を進めた結果早期から昨年度よりも更にトリガーレートを削減し安定して運転でき、最終的には全領域でシステムを有効化することに大きく貢献した。

今後も世界中の研究者と協力して解析手法の開発と実験の安定的な運転への貢献を進め、スタウの探索を意欲的に行なっていく。長期に渡り派遣いただいたことに感謝申し上げます。



実験のコントロールルームで他の研究者と運用にまつわる議論を行なった際の様子。申請者は右端