

## 平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：Knee 領域および最高エネルギー領域での宇宙線反応の実験的研究  
英文：Cosmic ray interactions in the knee and the highest energy regions

研究代表者 塚 隆志 (名古屋大学 => 東京大学)

参加研究者

伊藤好孝、増田公明、村木綏、毛受弘彰、周啓東、上野真奈、佐藤健太、篠田麻衣子(名大)、笠原克昌、鈴木拓也(早大)、佐川宏行(東大)、櫻井信之(徳島大)

### 研究成果概要

宇宙線空気シャワーを正しく理解するためには高エネルギーハドロン反応の理解が不可欠である。本研究はハドロン衝突型加速器LHCとRHICを用いて宇宙線のエネルギーで  $10^{14}\text{eV}$  から  $10^{17}\text{eV}$  におけるハドロン反応前方の粒子生成を明らかにする。

29年度は以下の通り、LHCf実験の取得済みデータの解析とRHICf実験による陽子陽子衝突データ取得をおこなった。

- LHCf 13TeV陽子陽子衝突データの解析を進め、超前方における光子生成断面積を明らかにした。結果は7TeV衝突時と同様の傾向を示したが、より高い衝突エネルギーとより広い横運動量領域をカバーすることで、相互作用モデル間の違いが大きく現れた。実験データは EPOS-LHCモデルと最も良い一致を示した(Phys. Lett. B 780 (2018) 233-239)。
- LHCf 13TeVデータについて、ATLASグループとの共同解析を進めた。ATLAS飛跡検出器の飛跡数を用いて回折事象と非回折事象を仕分ける新たな解析手法を開発し、低質量非回折事象による前方光子生成断面積を始めて明らかにした(ATLAS-CONF-2017-075)。
- 米国RHIC加速器 510GeV陽子陽子衝突における超前方粒子生成の測定をおこなった。測定は6月25日から27日の間に27.7時間の物理データ取得を行い、110M事象の取得に成功した。初期データ解析では、最大255GeVまでの粒子が十分な事象数えられ、光子対不変質量分布から中性パイ中間子の測定に成功していることも確認された。
- モンテカルロ計算による解析と実験の提案を行った。ひとつはATLAS-LHCfの共同解析による低質量回折事象解析の方法について(EPCJ (2017) 77:212)で、上記共同解析に利用された。他方は、RHICにおける陽子窒素衝突の可能性について(JINST 12

P09016, 2017) で、どちらも本共同利用によって宇宙線研究所大型計算機を利用した成果である。

2月26、27日に課題E38と合同で「第二回空気シャワー観測による宇宙線の起源探索勉強会」を開催した。LHCf, RHICf, TA, Tibet, ALPACA, CTA等のメンバーが集い、空気シャワー観測実験の最新成果と課題や加速器実験の最新結果、等の発表と議論をおこなった。また、奈良（国際教養大）による最新のPythia8モデルの解説もおこなった。

27日は学生セッションとし、各実験グループの大学院生が発表と議論を行い、近隣分野同士の交流を深めた。勉強会プログラム（26日分）は以下の通りである。

「趣旨説明」 さこ

「TAの最新結果」 池田

「LHCfの最新結果」 毛受

「雷や雷雲での粒子加速と高エネルギー放射線の観測」 土屋

「pythia8 and JAM」 奈良

「Interaction modelと空気シャワー観測」 櫻井

「ATLAS-LHCf joint analysis」 周

「IACT分野での空気シャワーシミュレーション研究の紹介」 大石

「ガンマ線起源空気シャワーのエネルギー決定」 川田

「遷移放射電波を利用した宇宙線空気シャワー観測法の研究」 片寄

「Augerの最近の極高エネルギー宇宙線の異方性解析について」 藤井