

令和 6 年度（2024） 共同利用研究・研究成果報告書

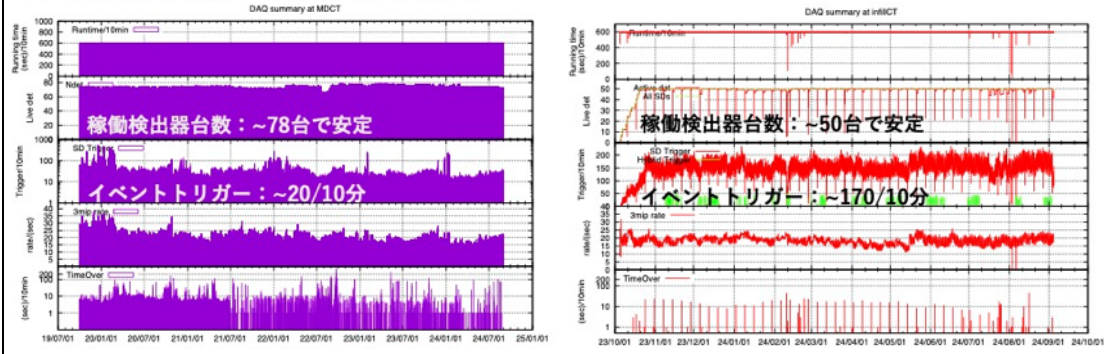
研究課題名 和文：TALE ハイブリッド実験による 10 の 17 乗 eV 領域宇宙線の研究 英文：Study of very high energy cosmic rays around 10^{17} eV with the TALE hybrid experiment	
研究代表者 （東京大学・宇宙線研究所） 荻尾彰一 参加研究者 （東京大学・宇宙線研究所） 竹田成宏、藤田慧太郎、大島仁 （東京大学・大学院理学系研究科） 小山千里 （大阪公立大学・大学院理学研究科） 常定芳基、藤井俊博、古前壱朗、敷田淳、遠藤康平 （大阪電気通信大学・工学部） 多米田裕一郎 （信州大学・大学院総合理工学研究科） 富田孝幸	
研究成果概要 10¹⁸ eV 以下の超高エネルギー宇宙線の精密観測から銀河系内起源宇宙線・銀河系外起源宇宙線の源・伝播機構の統一的解釈を目指す TA Low energy Extension （TALE）実験は 2018 年 11 月から定常ハイブリッド観測を続けている。ハイブリッド観測のエネルギーしきい値を knee 領域まで下げる TALE infill 地表検出器（SD）アレイが追加され、2023 年 10 月に稼働開始した。これによって knee 領域から 10¹⁸ eV までをカバーする世界初、世界で唯一のハイブリッド（SD アレイ+大気蛍光望遠鏡（FD））検出器が完成し、安定運用によるデータ蓄積とデータ解析を継続している。 2024 年度の成果は以下のとおりである。 （1）安定運用・観測継続 日本からのリモート監視とユタ大学の現地雇用職員による現地作業を連携させて観測装置の保守を行い、定常観測を継続した。	
 図 1：（左）TALE SD アレイの稼働状況で、稼働検出器台数は最大の 78 台で安定している。（右）TALE-infill SD アレイの稼働状況で、稼働検出器台数は最大の 50 台で安定しており、TALE SD の 10 倍のイベントレートでデータ取得できていることがわかる。	

図 1 に示されているように、2019 年以來安定稼働を継続しており、稼働している検出器台数が平均して 75 台を超えていることがわかる（最大で 78 台）。なお、2021 年 7 月にデータ収集にかかる時間が短縮されているのは、データ収集を制御する中央のコンピューターを更新した事による改善による効果である。

（２）データ解析

安定運用によって得られたデータの解析を随時行い、TALE ハイブリッド観測によるエネルギースペクトル[3]、TALE SD アレイ観測によるエネルギースペクトル[1]、TALE-infill ハイブリッド観測による平均 Xmax[2]、TALE-infill SD アレイ観測によるエネルギー分布[4]などについての preliminary な結果を日本国内外の研究集会で発表した。図 2、3 にはその一例を示す。

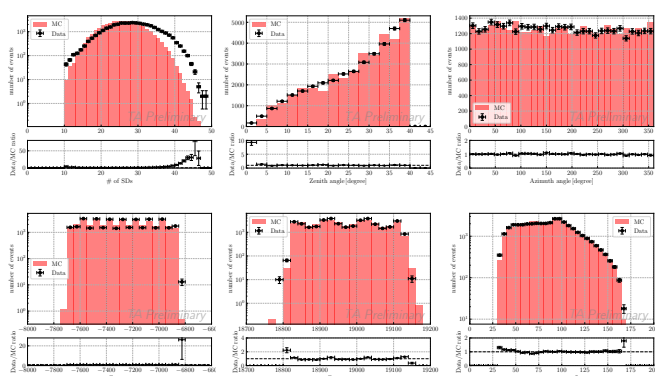


図 2 : TALE-infill SD アレイによる 2023 年 11 月 1 日から 2024 年 6 月 28 日までの約 40,000 イベントのデータ解析で得られたシャワーパラメーターのデータ/MC 比較。おおむね一致しているが、不一致も見られる。

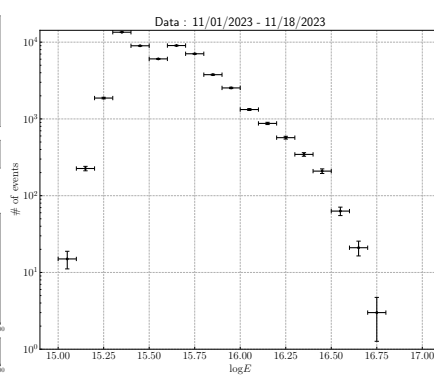


図 3 : 図 2 と同じデータによって得られた宇宙線エネルギー分布。

本研究課題に関連する最近の研究発表

- [1] 古前老朗, “TA 実験 423: TALE SD エネルギースペクトル”, 日本物理学会第 79 回年次大会, Oral, 北海道大学, 16-19, September 2024
- [2] K. Fujita, “Cosmic Ray Composition Measurement between 3PeV to 30PeV with the TALE Hybrid Detector”, UHECR2024, Oral, Mendoza, Argentina, 17-21, November 2024
- [3] H. Oshima, “Measurement of cosmic-ray energy spectrum with the TALE detector in hybrid mode”, UHECR2024, Oral, Mendoza, Argentina, 17-21, November 2024
- [4] Y. Kawachi, “Measurement of cosmic rays with energies down to the PeV region using the TALE-infill SD array”, UHECR2024, Poster, Mendoza, Argentina, 17-21, November 2024