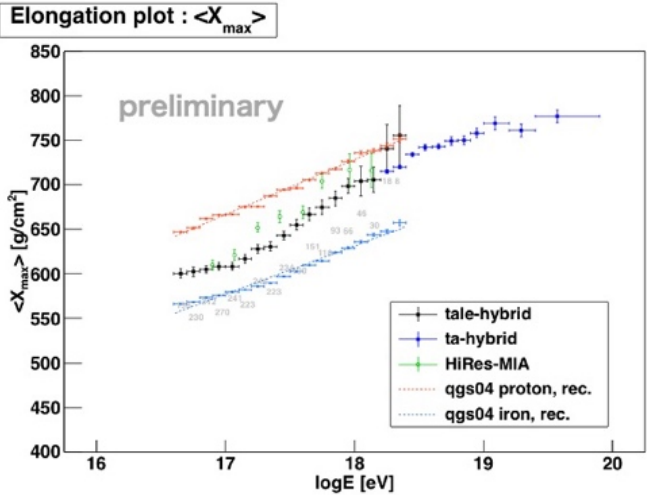


## 2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：TALE ハイブリッド実験による $10^{17}$ 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	荻尾彰一（大阪市立大学大学院理学研究科・教授）
参加研究者	常定芳基（同・准教授）、KIM, Jihyun（同・博士研究員）、 松宮弘幸（同・大学院生）、荒井優斗（同・大学院生）、 佐藤光希（同・大学院生）、福島涼（同・大学院生）、 木村優介（同・大学院生）、津田涼輔（同・大学院生）、 藤田慧太郎（同・大学院生）、竹田成宏（東京大学宇宙線研究所・助教）
研究成果概要	<p>TALE 実験 SD アレイは故障による観測中断はあったものの、2019 年 9 月から現在まで定常観測を継続しており、平均稼働 SD75 台、イベントレートは毎分約 3 イベントで安定運用されており、2020 年度末までに当初予定を 7 倍超上回る 80 万イベント（モードエネルギー <math>10^{17.0}</math> eV）を記録した。TALE 実験 FD は 2020 年 1 月までに当初予定を 5 倍超上回る 6 万以上のハイブリッドイベント（モードエネルギー <math>10^{16.9}</math> eV）を収集した。TALE 実験 FD のみの観測（単眼観測）によるデータ解析結果として、化学組成決定の指標であるシャワー最大発達深さ「<math>X_{max}</math>」の測定結果を 2021 年に <i>Astrophysical Journal</i> に発表した。</p> <p>TALE 実験 FD と SD によるハイブリッド観測のためのデータ解析プログラムの開発は完了しており、予備的解析結果を 2021 年春の日本物理学会で発表した（図 1）。</p>
	 <p>The figure is an elongation plot titled 'Elongation plot : <math>\langle X_{max} \rangle</math>'. The y-axis is labeled '<math>\langle X_{max} \rangle</math> [g/cm<sup>2</sup>]' and ranges from 400 to 850. The x-axis is labeled 'logE [eV]' and ranges from 16 to 20. The plot shows several data series: 'tale-hybrid' (black crosses with error bars), 'ta-hybrid' (blue crosses with error bars), 'HiRes-MIA' (green crosses with error bars), 'qgs04 proton, rec.' (red dotted line), and 'qgs04 iron, rec.' (blue dotted line). The plot is labeled 'preliminary' in the upper left. The data points generally show an increasing trend of <math>\langle X_{max} \rangle</math> with logE.</p>
	<p>図 1：TALE 実験ハイブリッド観測による平均 <math>X_{max}</math>（黒十字）とシミュレーションによる予想（水色：鉄原子核、赤：陽子）。過去の TA 実験（紺色）、HiRes-MIA 実験（緑色）も描かれている</p>

TALE 実験 SD アレイのデータ解析プログラムの開発も完了しており、性能評価を含む予備的解析結果を 2021 年春の日本物理学会で発表した (図 2)。

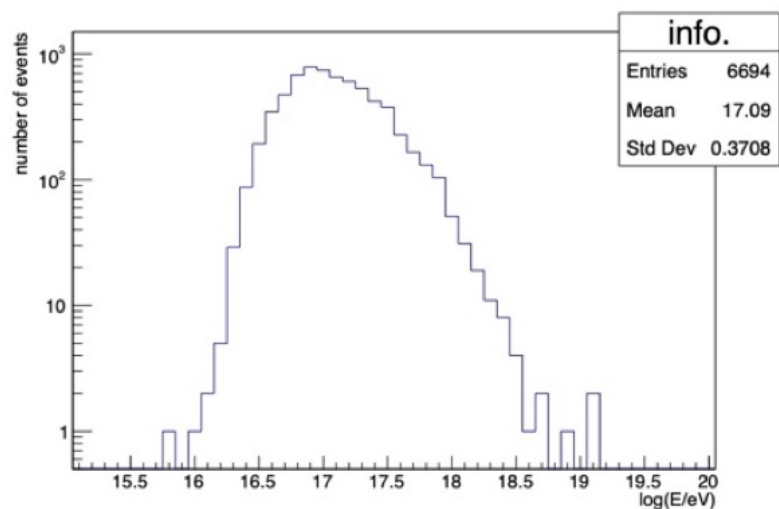


図 4 : TALE 実験 SD アレイによる 106 日分の観測データから求められた宇宙線の一次エネルギー分布

#### 関連する発表論文

- R.U. Abbasi, S. Ogio, M. Takeda, Y. Tameda, T. Tomida, S. Udo, et al., "The Cosmic-Ray Composition between 2 PeV and 2 EeV Observed with the TALE Detector in Monocular Mode", The Astrophysical Journal, Vol. 909, pp.178-194, 2021
- R.U. Abbasi, S. Ogio, M. Takeda, Y. Tameda, T. Tomida, S. Udo, et al., "Search for Large-scale Anisotropy on Arrival Directions of Ultra-high-energy Cosmic Rays Observed with the Telescope Array Experiment", The Astrophysical Journal Letters, Vol. 898, L28, 2020