

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：次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型
大気蛍光望遠鏡の開発研究

英文：Research and development of a Fresnel lens air fluorescence
telescope for the next generation UHECR observation

研究代表者 多米田裕一郎 大阪電気通信大学 工学部 講師
参加研究者 富田孝幸 信州大学 工学部 助教
山本真周 信州大学 工学部 修士 1 年
池田大輔 東京大学 宇宙線研究所 特任助教

研究成果概要

本研究の目的は、将来の大規模化が予想される超高エネルギー宇宙線観測のための、フレネルレンズを用いた低コスト大気蛍光望遠鏡の開発である。

今後の超高エネルギー宇宙線観測では、統計数を増やすための大規模化が避けられない。さらに、質量組成解析に有用な空気シャワー縦方向発達の測定する事が重要であり、大気蛍光望遠鏡が有用であるが、現状の大気蛍光望遠鏡は高コストであり、大規模化の実現において短所である。

本研究では、1 台の望遠鏡の構成を、フレネルレンズと 8 インチの光電子増倍管 1 本で構成し簡素化することで低コスト化を実現し、宇宙線空気シャワーの検出能力を実証する。

望遠鏡の設計、製作、設置

本年度以前から開発を進めてきた、フレネルレンズ型単素子宇宙線望遠鏡 (Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope, CRAFFT 望遠鏡) の感度向上を目的に、望遠鏡の設計を見直した。フレネルレンズの口径を、1 m × 1.4 m に拡張し集光量を向上させた。データ収集系には市販の FADC ボードを用いており、GPS インターフェイスを実装し、~10ns の精度で記録波形のタイムスタンプが可能となった。望遠鏡は、格納建屋を必要とせず屋外に設置することを前提として言えるため、高い強度の遮光板で覆い、日中の太陽光の集光を防ぐために、望遠鏡内に遮光用カーテンを取り付けた。

2017 年 10 月に、米国ユタ州の Telescope Array (TA) 実験サイトの Black Rock Mesa 大気蛍光望遠鏡 (FD) サイトに、新たに製作した 4 台の望遠鏡を設置した(図 1)。



図 1. TA FD サイトに設置された、4 台の CRAFFT 望遠鏡。

超高エネルギー宇宙線の試験観測

2018 年 11 月より、10 日間試験観測を実施した。データ取得には、TA FD のトリガータイミングを用いた。取得したデータから、宇宙線空気シャワー候補事象の探索を行い、2 台以上の望遠鏡で同期して検出された空気シャワー事象が 10 事象確認できた。

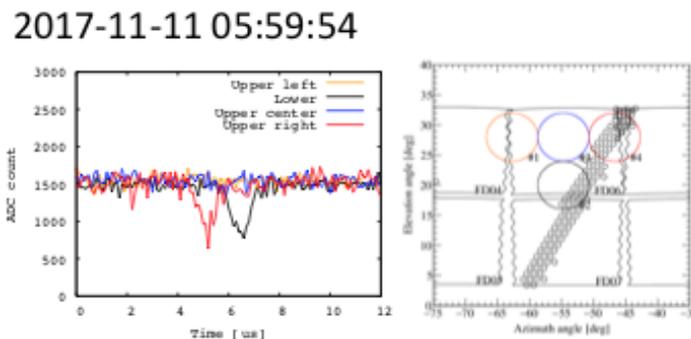


図 2. CRAFFT 望遠鏡で取得できた空気シャワー事象の例。
左図、は各望遠鏡の波形データ。右図、は TA FD のイベントディスプレイに CRAFFT 望遠鏡の視野を重ね書きしたもの。

以下に、本研究に関する主な発表を挙げる。

1. “Development of the Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope for a next generation UHECR observatory”, Y. Tameda, T. Tomida, M. Yamamoto, D. Ikeda, et al., JPS Conference Proceedings, 19 (2018) 11037.
2. "The Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope (CRAFFT) for the next generation UHECR observatory", Y. Tameda, et al., 35th ICRC (2017), 釜山.
3. 「CRAFFT 実験 4：複数台のフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡による宇宙線観測報告」, 多米田裕一郎, 富田孝幸, 山本真周, 池田大輔, 日本物理学会第 73 回年次大会 (2018)
4. 「CRAFFT 実験 3：フレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の宇宙線試験観測報告」, 山本真周, 富田孝幸, 多米田裕一郎, 池田大輔, 他, 日本物理学会 2017 年秋季大会 (2017)