

平成 30 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 | 学術研究院工学系 | 助教 |
| | 山本真周 | 信州大学 | 総合理工学研究科 | 修士 2 年 |
| | 岩倉広和 | 信州大学 | 総合理工学研究科 | 修士 1 年 |
| | 中村雄也 | 信州大学 | 工学部 | 学部 4 年 |
| | 池田大輔 | 東京大学 | 地震研究所 | 特任研究員 |
| | 山崎勝也 | 神奈川大学 | 工学部 | 特別助教 |
| | 貝野裕紀 | 大阪電気通信大学 | 工学部 | 学部 4 年 |
| | 小越友理菜 | 大阪電気通信大学 | 工学部 | 学部 4 年 |

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(CRAFFT 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測定が重要であり、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。これまで 1 台の望遠鏡の構成をフレネルレンズ 1 枚と 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、TA 実験サイトでの試験観測により、宇宙線空気シャワーの検出能力を実証した。

望遠鏡の広視野拡張

本年度は、フレネルレンズを用いた屈折望遠鏡の特徴を生かして、焦点面における光電子増倍管を増設し広視野による宇宙線観測を目標としていたが、光電子増倍管の購入が難しかったため、複数のフレネルレンズを用いた広視野獲得の検討を行った。図 1 に、レンズの枚数を変更した時の焦点面での結像の様子と、レンズの枚数と焦点距離の関係の測定結果を示した。本結果より、複数レンズを用いた視野拡張も有効であることが確認された。焦点距離を短くすることは、視野を拡張するだけでなく、望遠鏡の構造を小さくすることが可能となり、輸送やコスト削減にも有効である。

シミュレーションソフトウェア開発

CRAFFT 望遠鏡の最適な構成を決定するために、レイトレースなどを含む検出器シミュレーションを開発した。

シミュレーションソフトウェアを開発した。図 2 は、CRAFTT 望遠鏡のスクリーン上での結像の様子と、シミュレーションにより再現した結像の様子である。図 3 は、CRAFTT 望遠鏡で観測された空気シャワーの波形データと、シミュレーションにより再現された波形データである。

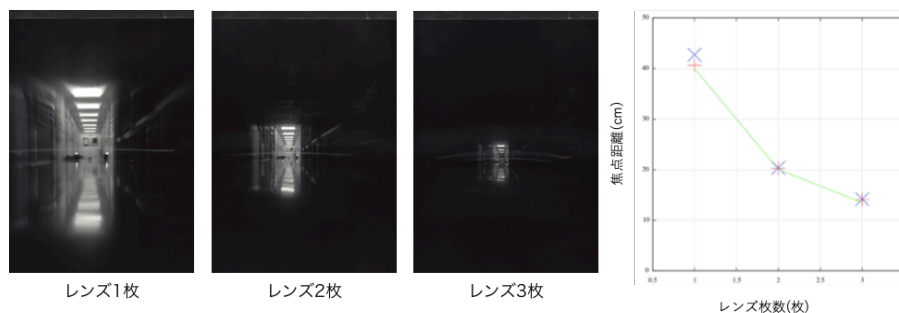


図 1. 左：イメージスキャナで記録されたレンズの枚数を変えた時の焦点面での結像の様子。右：レンズの枚数と焦点距離の関係の測定結果。

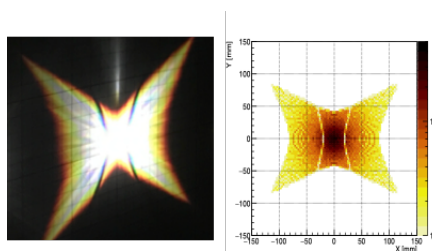


図 2. CRAFTT 望遠鏡での結像の様子。左が実際の結像で、右がシミュレーション。

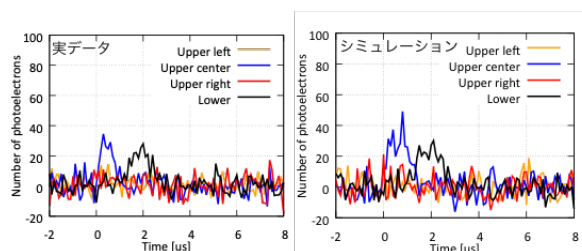


図 3. CRAFTT 望遠鏡で記録された空気シャワー波形データ(左)と、シミュレーション(右)。

以下に、本研究に関する主な発表を挙げる。

1. Y. Tameda, “Detection of ultra-high energy cosmic ray air showers by Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel-lens Telescope for next generation”, Ultra High Energy Cosmic Ray 2018, Paris, France, 2018 (招待講演)
2. 「CRAFTT 実験 6：自動観測システムによる試験観測報告」, 多米田裕一郎、他全 12 名、日本物理学会 2019 年年次大会 (2019)
3. 「CRAFTT 実験 5：完全自動観測システム」, 多米田裕一郎、貝野裕紀、小越友理菜、富田孝幸、山本真周、岩倉広和、齊藤保典、池田大輔、山崎勝也、日本物理学会 2018 年秋季大会 (2018)