

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：TA 実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測
英文：Observing ultra-high energy cosmic rays with the new fluorescence detector at the Telescope Array site

研究代表者 京都大学白眉センター/大学院理学研究科 特定助教/連携助教 藤井俊博
参加研究者

研究成果概要

現在より一桁高い感度を実現するための次世代宇宙線観測実験で多地点に展開することを見据え、低コスト型の新型大気蛍光望遠鏡を新たに開発している。これまでに、アメリカユタ州にあるテレスコープアレイ実験に3基の望遠鏡を設置し、月のない晴天夜に日本からの遠隔操作によりデータ収集を実施していた。図1は設置した望遠鏡の写真であり、従来よりも小さい直径1.6 mの光学系で集光し、焦点面に設置された4本の直径20 cmの大口径の光電子増倍管により宇宙線からの大気蛍光を撮像する。

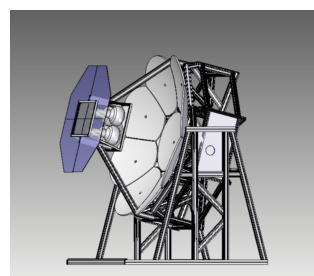


図1. テレスコープアレイ観測サイトに設置した3基の新型大気蛍光望遠鏡と概念図。

2020年度は、新型コロナウイルスの感染拡大のために、テレスコープアレイ実験の大気蛍光望遠鏡の観測を休止しており、実験サイト内の発電機が稼働していなかった。発電機の電力供給が必要不可欠であるため、2020年3月以降は新型大気蛍光望遠鏡も観測を休止している。米国への出張が可能になり次第、現地にて望遠鏡の動作確認、鏡の反射率や紫外線透過フィルターの透過率といった各種校正データを取得したのち、観測

を再開する予定である。

本年度は、これまでに観測した累計 616 時間の測定データを解析するため、一次宇宙線の情報の再構成ソフトウェアの開発を進めている。新たに機械学習を使った宇宙線の解析ソフトウェアを開発し、20 km 間隔で 3 地点に設置する望遠鏡アレイが持つ性能を評価した。10 の 19.6 乗電子ボルトで到来方向決定精度が 4 度、エネルギー決定精度が 9%、質量組成に感度の高い最大発達深さ (X_{max}) の決定精度が 35 g/cm^2 であることを見積もった。そして、将来計画実現によって達成できる物理成果および波及効果についての議論を深めた。現在は将来計画の詳細についてのデザインレポートを鋭意執筆中である。

新型コロナウイルスにより渡米できない期間を利用し、図 2 にある実験室内に望遠鏡のカメラの試験装置を新たに設置した。位置決定精度が 0.2 mm を持つ汎用型ロボットアームを使い、暗室の中で光源をカメラ面上で動かすことで光電子増倍管の 1 光電子信号の測定、信号量の印加電圧の依存性および位置依存性といった統合試験を短時間で実施することが可能となった。現在は、今後の量産体制に備えて性能評価システムの全自動化を進めている。

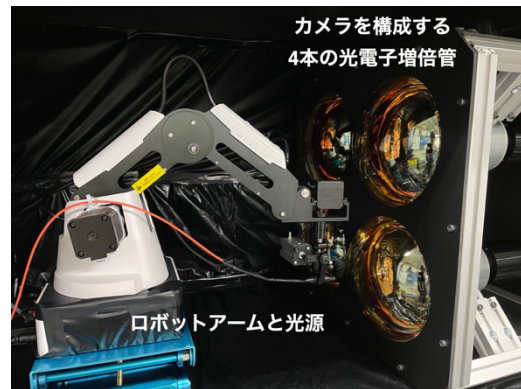


図2. 実験室に設置したカメラの統合試験装置。ロボットアームにより暗箱内の光源を任意の位置に動かすことができる