

## 令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：和文：紫外線撮像望遠鏡による TA サイトでの空気シャワー蛍光光の観測 英文：Observation of airshower fluorescence light at the TA FD site by using an Imaging UV telescope
研究代表者	滝澤慶之 理研 戎崎計算宇宙物理研究室 専任研究員
参加研究者	Marco Casolino 理研 戎崎計算宇宙物理研究室 研究員 戎崎俊一 理研 戎崎計算宇宙物理研究室 主任研究員 梶野文義 甲南大学 自然科学研究科 特別研究員 佐川宏行 東京大学 宇宙線研究所 教授 荻尾彰一 東京大学 宇宙線研究所 教授 竹田成宏 東京大学 宇宙線研究所 助教 篠崎健児 NCBJ 研究員
研究成果概要	<p><b>JEM-EUSO</b> コラボレーションは、16 カ国、約 300 名の研究者で構成し、宇宙から超高エネルギー宇宙線を観測するために大口径の広角望遠鏡の開発を進めている。これまでに、複数のサブミッション（地上、気球実験、小規模宇宙ミッション）を通じ、開発を行ってきた。これらの活動を通じて、テレスコープアレイのブラックロックメサに設置した <b>EUSO-TA</b> 望遠鏡は中核をなす観測実験となっている。<b>EUSO-TA</b> 望遠鏡は、<b>TA-FD</b> との宇宙線同時観測による比較や <b>CLF</b> や <b>ELS</b> での性能評価により、各サブミッションの較正用望遠鏡としての役割をする <b>EUSO</b> プロトタイプ望遠鏡である。また、新たな検出器や技術を試すテストベンチとしても機能している。<b>EUSO-TA</b> は、2013 年から現地に設置作業を開始し、2015 年に 1 つの焦点面検出器による観測実験を開始した。<b>EUSO-TA</b> は、<b>TA</b> からトリガ信号をもらい宇宙線を観測するシステムとなっている。2015 年（5 月、9 月、10 月、11 月）と 2016 年（10 月）の合計 58 日（観測時間 136.41h）で、宇宙線イベントを 9 事象、流星を 5 事象観測した。この結果は、Abdellaoui, G. et al., [EUSO-TA - First results from a ground-based EUSO telescope. <i>Astroparticle Physics</i>, 102, 98–111, 2018] で報告している。2017 年以降、観測の自動化の作業と第 2 世代の焦点面検出器(Mini-EUSO 搭載の焦点面検出器)へのバージョンアップ作業を行ってきた。Covid-19 による中断のあと、2022 年 8 月に再開し第 2 世代の焦点面検出器の設置と動作試験を行なった。<b>EUSO-TA</b> 観測実験の知見は、<b>EUSO-SPB</b>、<b>EUSO-SPB2</b>、<b>POEMMA</b> へと波及しており、引き続き <b>EUSO-TA</b> の活動の継続を計画している。これまでの <b>EUSO-TA</b>、<b>EUSO-Balloon</b>、<b>EUSO-SPB</b> のデータ解析から、<b>EUSO-SPB2</b> で宇宙線イベント検出を、より確実のものにするには、焦点面検出器のセルトリガシステムの改良が有効であることを確認した。2019 年までに新たな焦点面検出器を 2 台製作した(<b>EUSO-TA</b> 用と <b>mini-EUSO</b> 用である)。これらの焦点面検出器</p>

では、フレーム構造の刷新、AD 変換 ASIC のバージョンアップ、FPGA ボードの刷新を行っており、改良したセルフトリガアルゴリズムも導入した。2022 年 8 月、EUSO-TA 望遠鏡に新焦点面検出器を設置した。2023 年度は、不良であった MAPMT 4 つからなる EC ユニットの交換と改良したセルフトリガアルゴリズムの実装を行った。梶野先生代表の DIMS との同時観測を行った。

## 研究成果

2023 年度の活動は以下である。

1. 2022 年の焦点面検出器のアップグレードで、不良であった 4 つの MAPMT (180 画素) を交換し、焦点面検出器の全域で観測を行える状態にした。
2. 前年度に確認したセルフトリガアルゴリズムの不具合を修正したファームウェアを FPGA にアップロードした。しかしながら、セルフトリガモードまだ不具合があり駆動できなかった。来年度以降の課題として残った。
3. DIMS と、スロートリガによるメテオの同時観測を行った (図 1、2)。



図 1 DIMS と EUSO-TA (スロートリガ) の同時観測。

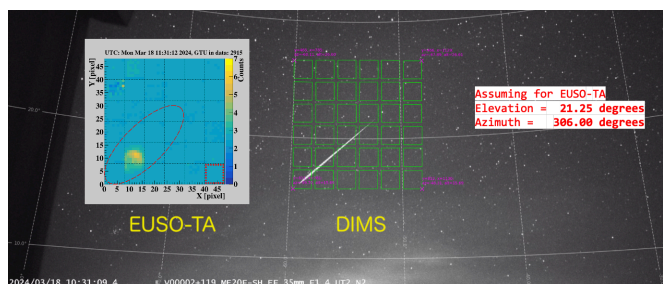


図 2 2024/3/18 のメテオの同時観測事例。EUSO-TA では、赤い楕円の領域を輝点が移動する。

支給された予算は、旅費とデータストレージ用 HDD の購入に使用した。

## 今後の予定

不具合のあったセルフトリガ機能を直し EUSO-TA phase2 観測を行う。EUSO 米国チームが NASA と準備を進めており、Super Pressure Balloon を用いた宇宙線観測実験 POEMMA Balloon with Radio (PBR) の開発が、2027 年の観測に向けて進んでいる。この光学系や焦点面検出器が出来次第、EUSO-SPB や EUSO-SPB2 と同様に、EUSO-TA と CLF レーザー等を観測し相互比較による評価を行う予定である。