

## 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：高感度 CMOS カメラシステムによる高速飛翔暗黒物質と流星の探索 英文：Study of Fast Moving Dark Matters and Meteoroids using High Sensitivity CMOS Camera System
研究代表者 梶野文義 (甲南大学) 参加研究者 多米田裕一郎、森瑞季 (大阪電気通信大学)、阿部新助、菊地啓太、遠藤未頼 (日本大学)、Mario Bertaina, Dario Barghini (トリノ大学, イタリア)、Marco Casolino、戎崎俊一、滝澤慶之 (理化学研究所)、佐川宏行 (東京大学 宇宙線研究所)、篠崎健児、Michal Vrábel, Marika Przybylak (National Center for Nuclear Research (NCBJ), ポーランド)、Lech W. Piotrowski (ワルシャワ大学, ポーランド)、John N. Matthews (ユタ大学, 米国)、Glenn Starkmann, Corbin Covault (ケースウェスタンリザーブ大学, 米国)、Maria Hajdukova, Silvia Durisova (Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, スロバキア)、富田孝幸 (信州大学) 他
研究成果概要 1. 研究目的 宇宙の暗黒物質はその存在が確実視され、これまでに数多くの探索実験がなされてきたにも拘らず未だその本性を捉えることができないでいる。本研究の目的はマクロダークマター (Macros) の候補の一つである Nuclearite と太陽系外を起源とする流星体の探索により「我々の宇宙は一体何から出来ているのか？」を明らかにする糸口を見つけることにある。Nuclearite とはマクロサイズのスレンジクォーク体が電子を捕獲し電氣的に中性化したもので、宇宙開闢の時期や中性子星同士の衝突などでできると考えられている。暗黒物質の探索に関する研究については、その重要性から緊急性は大きい。 本研究では超高感度 CMOS カメラを複数台利用し、その軌跡を立体的に捉えることにより速度と到来方向を決め、明るさから質量を決める。これまで電波、イメージングテンシファイア、および CCD カメラを使った流星観測例はあるが、これらの検出器を用いて暗黒物質候補までその探索の視野に入れて動画で観測するのは初めてである。最近の CMOS 素子の大型化や高感度化により、このような素子を用いた観測装置を使った探索が可能になってきた。 これまでに Macros の探索を行った実験はいくつかあり、そのフラックスの上限値が求められている。本実験ではそれらの上限値を超える感度で探索を行うことを目指す。中性子星のモデルに関しては種々提唱されている。今後、このようなものが発見されれば、暗黒物質や中性子星の構造などに関係する宇宙論、天体物理学、素粒子論、および原子核理論など様々な分野に大きなインパクトを与えることになり、本研究には非常に大きな意義がある。

## 2. 研究成果

本研究提案に関して、2021年3月から、甲南大、大阪電通大、日大に観測装置を設置し、遠隔制御で試験観測を開始した。その後、2021年8~12月に宇宙線研明野観測所、東大木曾観測所、信州大学に移設し、連続的に観測を行ってきた。2022年8月から2023年2月に明野・木曾・ポーランドNCBJのカメラをユタTAサイト2カ所に移設し、4台の観測システムで2024年3月までちょうど1年間の観測データを集積した(図1)。

図2に2022/3~2024/3の25か月間の1日あたりの取得イベント数の推移を示す。新月で雲のない頃には6,000個/日に近い事象が得られたこともあった。

また、2024/3にはEUSO-TAとDIMSの共同観測を行い、流星の同時イベントを観測することができた。

現在、これまでに得られたDIMSの同時イベントのデータから太陽系外起源流星体の軌道を求めるための解析やNucleariteの探索について解析と計算を進めている。

## 3. 今後の予定

今後は、ユタTAサイトの2台装置を2024年度末まで運転を続け、取得したデータの解析結果を公表する予定である。

[会議発表およびプロシーディングス](2023年度)

- 1) DIMS Experiment for Macroscopic Dark Matter and Interstellar Meteoroid Study, S. Abe et al. for the DIMS Collaboration, PoS(ICRC2023)1376.
- 2) Status of the DIMS project for macroscopic dark matter search using ultra-high sensitivity CMOS cameras at the Telescope Array UHECR observatory, K. Shinozaki, M. Vrábel, M. Przybylak et al., PoS(ICRC2023)1390.
- 3) Power supply system construction and power monitoring analysis for the dark matter search experiment DIMS, M. Mori, Y. Tameda et al., PoS(ICRC2023)1392.
- 4) 木曾観測所における高感度カメラを用いた流星の撮像・分光観測, 菊地啓太, 遠藤未頼他, 木曾シュミットシンポジウム2023, May 30-31, 2023.
- 5) 超高感度カメラ観測システム DIMS を用いた太陽系外流星の調査, 遠藤未頼 他, 日本惑星科学会, September 11-13, 2023, ポスター発表.
- 6) DIMS 実験(高速飛翔暗黒物質と流星の探索)(8): 現状報告, 梶野文義 他, 日本物理学会春季大会: March 18-21, 2024.

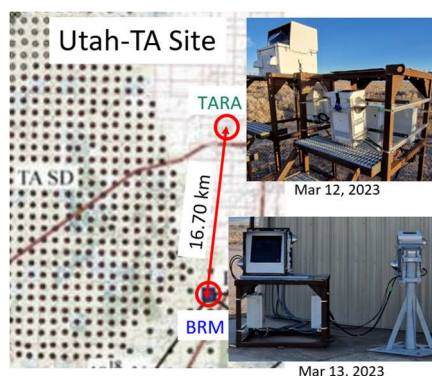


図1: ユタTAサイトの観測装置

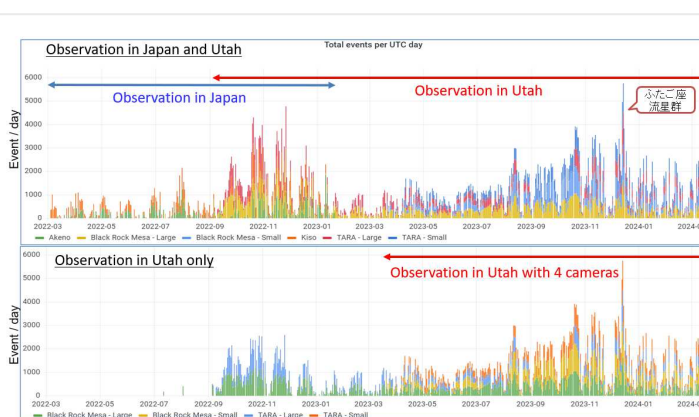


図2: 2022/3~2024/3の25か月間の取得イベント数の推移