

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：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 (大阪電気通信大学)、阿部新助 (日本大学)

Mario Bertaina, Simone Valenti, 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 (National Center for Nuclear Resarch (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, Jagjit Singh Sidhu (ケースウェスタンリザーブ大学, 米国)

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サイズ暗黒物質 (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トレンジクォーク体(SQM)が電子を捕獲し電氣的に中性化したものをいい、宇宙開闢の時期や中性子星同士の衝突など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、イメージインテンシファイア、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 Nuclearite 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 Nuclearite のような 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。このような視点で探索を行う実験は今のところないので、早く実験を立ち上げることができれば国際競争性は十分にある。中性子星のモデルに関しては種々提唱されている。今後、Nuclearite 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、我々は2017年から神戸、石垣島、米国ユタにおいて観測方法や観測装置を変えて、これまでにない最高感度で流星の試験観測を行ってきた。2019年には、米国ユタの望遠鏡アレイ宇宙線観測サイトに2台のカメラ装置を約20km離して設置し、4夜にわたって流星観測を行い、約4,000個の散在流星の観測に成功した。

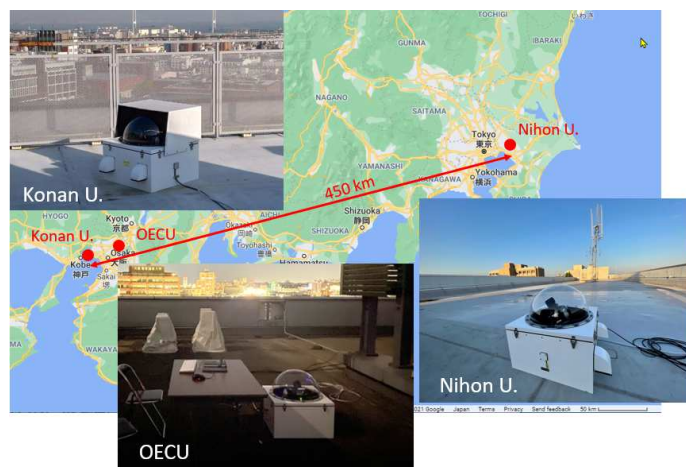


図1: 2021年3月から甲南大、大阪電通大、日大の屋上に観測装置を設置し試験観測を開始した。

これらの結果は、2020年物理学会秋季大会や2021年物理学会年次大会で公表した。

さらに、図1のように2021年3月から甲南大、大阪電通大、日大の屋上に3台の観測装置を設置し、遠隔制御で試験観測を開始した。現在、これまでに得られた同時イベントのデータから流星体の軌道を求めるための解析などを進めている。またNucleariteの探索についても解析と計算を進めているところである。また、図2に示すように2020年12月にユタTAサイトに4台のカメラ台を設置した。CLFには送電されていないのでソーラーパネルで電源を供給するシステムも開発している。

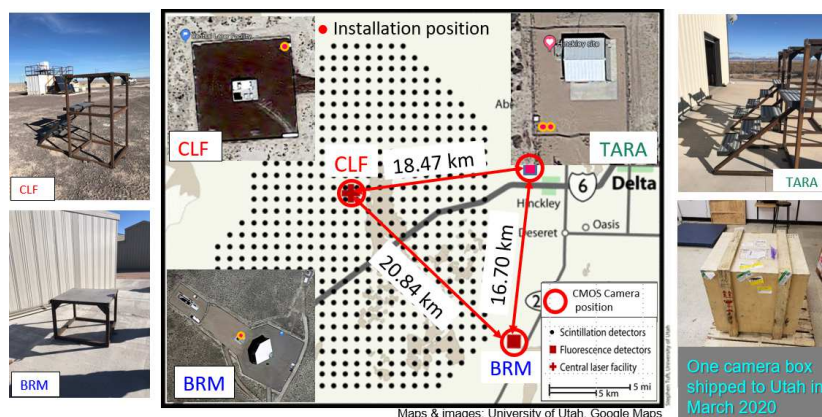


図2: 2020年12月にユタTAサイトに4台のカメラ台を設置した。

3. 今後の予定

今後は、米国ユタの望遠鏡アレイ宇宙線観測サイトに4台カメラを設置し長期にわたって連続観測する予定をしている。