

KONAN UNIVERSITY

高エネルギー宇宙粒子現象の研究

著者	梶野 文義
雑誌名	甲南大学工学部・知能情報学部 私立大学等経常費補助金特別補助「大学間連携等による共同研究」成果報告集
巻	平成30年度
ページ	23-25
発行年	2020-02-28
URL	http://id.nii.ac.jp/1260/00003459/

大学間連携等による共同研究報告書

高エネルギー宇宙粒子現象の研究

1. 報告書作成年月日：2019年11月29日
2. 補助対象年度：2018年度（2018年4月1日～2019年3月31日）
3. 共同研究期間：2017年4月1日～2019年3月31日
4. 研究の目的：

宇宙はビッグバンで始まり、138億年を経た現在様々な天体が存在している。このような宇宙において我々の既知の物質はわずか5%しかなく、残りは暗黒物質や暗黒エネルギーという未知のものである。さらにこの宇宙には超新星爆発や活動銀河核のジェット等の非常に活動的な天体現象がある。このような天体からは高エネルギー粒子や電磁波等が放射されている。

本研究では、国際宇宙ステーションに取り付けた望遠鏡により地球大気に飛来する高エネルギー粒子等を検出するための計画、米国ユタ州における地上実験や気球を用いた実験による高エネルギー宇宙線や暗黒物質候補粒子の研究、およびそれらに関連する研究を共同で推進する。

5. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：梶野文義

ローマ字氏名：Fumiyoshi Kajino

所属研究機関名：甲南大学

部局名：理工学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：50204392

研究分担者氏名：戎崎俊一

ローマ字氏名：Toshikazu Ebisuzaki

所属研究機関名：理化学研究所

部局名：計算宇宙物理研究室

職名：主任研究員

研究者番号（8桁）：10183021

研究分担者氏名：滝澤慶之

ローマ字氏名：Yoshiyuki Takizawa

所属研究機関名：理化学研究所

部局名： 計算宇宙物理研究室

職名：専任研究員

研究者番号（8桁）：70312246

6. 実施経過：(完了)

本研究では、国際宇宙ステーションに取り付けた望遠鏡により地球大気に飛来する超高エネルギー粒子等を検出するための計画を推進するために、米国ユタ州 TA 実験サイトにおける地上実験である EUSO-TA や気球を用いた実験である EUSO-Balloon によって、実証試験を行ってきた。今年度はそれらの成果を公表した。

また、暗黒物質候補粒子や太陽系外流星の探索のための可能性を探るための試験を兵庫県、石垣島、および米国ユタの3カ所で行ってきた。今年度はこれらの成果を公表する。

7. 研究成果：

- ① EUSO-TA は地上の望遠鏡で、米国ユタ州ブラックロックメサのテレスコープアレイ (TA) サイトに設置されている。これは、超高エネルギー宇宙線 (UHECR) の検出にフレネルレンズベースの光学システムとマルチアノード光電子増倍管 (チューブあたり 64 チャンネル、 $10.6^\circ \times 10.6^\circ$ の視野を含む 2304 チャンネル) を使用することに成功した最初の検出器である。望遠鏡は TA 実験の蛍光検出器の前に設置され、2013 年以来、この検出器はいくつかの超高エネルギー宇宙線イベント、さらに流星を観測した。合計フレームで限界等級 5.5 が確立されている。さまざまな条件、月の満ち欠けやその位置での夜空の紫外放射の測定が完了した。これらの結果は、この検出器技術の将来の宇宙ミッションでの応用のための概念実証として役立つ。(発表論文リスト1)
- ② EUSO-Balloon は、国際宇宙ステーション(ISS)の日本実験モジュールに搭載予定の極宇宙宇宙観測所(JEM-EUSO)のパスファインダーミッションの大型気球で、カナダのティミンズから 2014 年 8 月 25 日の月のない夜に打ち上げられた。飛行は 38 km の目標高度を 5 時間維持した後、正常に終了した。ミッションの一部は、3 つの UV 光源 (LED、キセノンフラッシャー、レーザー) を搭載したヘリコプターを使用して飛行中の装置較正を実行し、光速で移動するレーザーのトラックを測定することにより検出器機能を調べる 2.5 時間の飛行中であった。ヘリコプターのレーザーシステムと飛行中の詳細、およびレーザートラックがどのように記録され、データ内で検出されたかについて説明している。これらは、大気を見下ろす蛍光検出器から測定された最初に記録されたレーザートラックである。(発表論文リスト2)
- ③ 暗黒物質候補と太陽系外起源流星の探索・観測のために非常に高感度な CMOS カメラシステムを複数台用いて 2017 年から 2018 年に流星群や散在流星を兵庫県、石垣島、および米国ユタの 3 カ所で観測した。これらのデータから高フレームレートでの星や流星に対する限界等級が求められた。

このような観測システムは、これまでに観測や探索が十分に行われていなかった質量範囲での太陽系外流星の観測や Nuclearite のような暗黒物質の探索に非常に有用な性能を持っていることを報告した。(学会・研究会発表リスト1)

- ④ 暗黒物質候補の探索実験は数多くなされているが未だ解明されていない。そこで我々は「宇宙は一体何からできているのか？」を明らかにすることを目的に、暗黒物質候補の一つとされている Nuclearite と太陽系外起源の流星体の探索のための研究を行った。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動画で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とができる。これらの観測結果を用いると、Nuclearite と太陽系外起源の流星体の探索可能な質量範囲が求められることを報告した。(学会・研究会発表リスト2)

8. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

[学会発表] (計 2 件)

発表論文リスト(2018 年度)

1. EUSO-TA—first results from a ground-based EUSO telescope

G. Abdellaoui, ---, F. Kajino et al. (314 in all)

Astroparticle Physics, 102, pp98-111, 2018.

doi:10.1016/j.astropartphys.2018.05.007

2. First observations of speed of light tracks by a fluorescence detector looking down on the atmosphere

G. Abdellaoui, ---, F. Kajino et al. (316 in all)

Journal of Instrumentation, 13, 2018.

学会・研究会発表リスト (2018 年度)

1. 物理学会, 2018 年 9 月

JEM-EUSO(173) 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

梶野文義, 山本知己, 町支勇貴, 山本奈々, 多米田裕一郎, Casolino Marco, 戎崎俊一, 滝澤慶之, Piotrowski Lech, 海老塚昇, 佐川宏之 他

2. 物理学会, 2019 年 3 月

JEM-EUSO(176) 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

井出郁央, 井手隆心, 町支勇貴, 梶野文義, 多米田裕一郎, 篠崎健児, Casolino Marco, 戎崎俊一, Piotrowski Lech, 佐川宏之, Matthews John 他