

令和 6 年度 (2024) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：飛翔体観測 (CALET)による高エネルギー宇宙線加速天体の研究 英文：Study of astrophysical objects accelerating high energy cosmic rays by CALET
研究代表者	森 正樹 (立命館大学)
参加研究者	鳥居祥二・赤池陽水・小林兼好・MOTZ Holger Martin (早稲田大学)、寺澤敏夫・浅野勝晃 (東京大学宇宙線研究所)、田村忠久・清水雄輝 (神奈川大学)、笠原克昌 (芝浦工業大学)、市村雅一 (弘前大学)、宗像一起 (信州大学)、三宅晶子 (岐阜工業高等専門学校)、片寄祐作 (横浜国立大学)、常定芳基 (大阪公立大学)、川久保雄太 (青山学院大学)、Nick Cannady (NASA)、Pier S. Marrocchesi (University of Sienna)
研究成果概要	国際宇宙ステーションに搭載した CALET により、2015 年 10 月から 9 年半にわたって高エネルギー宇宙線の観測を順調に実施している。JAXA と連携した軌道上観測の常時モニタリングを行って観測運用の最適化を図ることにより、効率的かつ安定的な観測を実現している。その結果、主要な観測モードである高エネルギー(>10 GeV)トリガーによる観測イベント数はすでに約 23 億に達しており、(1) 1 GeV–20 TeV 領域の電子、(2) 10 GeV–数 100 TeV 領域の陽子・原子核、(3) 1 GeV–1 TeV 領域のガンマ線の高精度観測を実現している。これまでの観測により、宇宙線の加速・伝播機構の研究においてこれまでの標準モデルでは説明ができない、電子、陽子・原子核成分のエネルギースペクトル構造を検出し、宇宙線物理学において新たな概念の構築が必要となっている。 本年度は、これまでに PRL 等で発表した成果に新たな観測結果を加えて、総合的論文を発表するとともに、鉄から生成されるチタンとクロムの測定 of 論文を PRL に投稿し、また、鉄より重い原子核の起源に迫る超重核 ($Z=28\sim44$) の成分比の結果を得て、ApJ に投稿した。加えて、MeV–GeV 領域の電子・陽子の観測により、太陽活動極大期における太陽変動や、及び地球磁気圏放射線帯から大量の MeV 領域電子が降下する REP 現象の観測でも成果を得ており、それらの起源を明らかにする研究でも成果を報告している。今年度の最新の研究成果については、査読論文 (7 件) や国際会議 (21 件、内 5 件は招待講演)、日本物理学会等の国内会議 (12 件) において発表している。 宇宙線研究所の共同利用としては、データ解析方法の開発や観測性能検証のために、宇宙線研の大型計算機システムを利用して大規模なシミュレーション計算を実行している。 【発表論文 (査読あり)】 1. F. Dominique, R. Kataoka et al., "Radiation-Belt Dropouts: Relationship with

Geomagnetic Storms and MeV Precipitation", Geophys. Res. Lett. 52, e2024GL113660 (2025)

2. C. Checcia, K. Asano, R. Kataoka, M. Mori, T. Tamura, S. Torii et al. (CALET collaboration), "Direct measurements of cosmic-ray iron and nickel with CALET on the International Space Station", Adv. Space Res. 74, 4368-4376 (2024)
3. Y. Akaike, K. Asano, R. Kataoka, M. Mori, T. Tamura, S. Torii et al. (CALET collaboration), "The Calorimetric Electron Telescope (CALET) on the International Space Station: Results from the first eight years on orbit", Adv. Space Res. 74, 4353-4367 (2024)
4. S.E. Vidal-Luengo Sergio, R. Kataoka Ryuho, S. Torii et al., "Characterization of Relativistic Electron Precipitation Events Observed by the CALET Experiment Using Self-Organizing-Maps", J. Geophys. Res.: Space Physics, 129, e2024JA032481 (2024)
5. L.W. Blum, R. Kataoka, S. Torii et al., "On the Spatial and Temporal Evolution of EMIC Wave-Driven Relativistic Electron Precipitation: Magnetically Conjugate Observations from the Van Allen Probes and CALET", Geophys. Res. Lett. 51, e2023GL107087 (2024)
6. S.E. Vidal-Luengo, R. Kataoka, S. Torii et al., "Comparative Observations of the Outer Belt Electron Fluxes and Precipitated Relativistic Electrons", Geophys. Res. Lett. 51, e2024GL109673 (2024)
7. G. Sandro for CALET Collaboration, "New results obtained from CALET observations after 8 years of data collection on the International Space Station", PoS (ICHEP2024) 700 (2024)

【国際会議講演】(21 件、詳細は省略)

【国内会議講演】

日本物理学会第 79 回年次大会 (2024 年)

鳥居祥二、他 CALET チーム「ISS 搭載 CALET による 9 年間の観測成果ハイライトと今後の展望」他 5 件

日本物理学会 2025 年春季大会 (オンライン、2025 年))

鳥居祥二、他 CALET チーム「ISS 搭載 CALET による観測成果ハイライトと今後の展望」他 3 件

ISEE 共同研究集会「太陽地球環境と宇宙線モジュレーション」(2025 年)

小林兼好 他 CALET チーム「ISS 搭載 CALET による 9 年間の軌道上観測の成果」(招待講演)

整理番号 F18