

令和 7 年度 (2025) 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/GSFC)、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 10 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、検出器における deposit energy が 1 GeV 以上の観測イベント数はすでに約 57 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、鉄から生成されるチタンとクロムの測定の記事を PRL に発表し、また、鉄より重い原子核の起源に迫る超重核 ($Z = 28 \sim 44$) の成分比の結果を ApJ で発表した。さらに、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、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挙げており、それらの起源の解明に貢献する研究結果も発表している。今年度の最新の研究成果については、査読論文 (6 件) や国際会議 (21 件、うち 2 件は招待講演)、日本物理学会等の国内会議 (17 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. O. Adriani et al. (CALET collaboration), “Charge-Sign Dependent Drift Effects in the Time-Lag of Cosmic-Ray Variation Relative to Solar Activity Observed with the

- Calorimetric Electron Telescope (CALET)", Prog. Theor. Exp. Phys., 033F01 (11 pages) (2026)
2. A. Ficklin, S. Torii et al., "Effects of the May 2024 Solar Storm on the Earth's Radiation Belts Observed by CALET on the International Space Station", Geophys. Res. Lett., 53, e2025GL120032 (2025)
 3. O. Adriani et al. (CALET collaboration), "Detected Abundances of Nuclei Relative to ^{26}Fe for Elements ^{14}Si through ^{44}Ru with CALET on the International Space Station", Astrophys. J. 988, 1488 (14pp) (2025)
 4. O. Adriani et al. (CALET collaboration), "Precision Spectral Measurements of Chromium and Titanium from 10 to 250 GeV/n and Sub-Iron to Iron Ratio with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station", Phys. Rev. Lett., 135, 021002 (2025)
 5. Zhang Xiao-Jia, S. Torii et al., "Exploring Outer Radiation Belt Losses from the International Space Station", Geophys. Res. Lett., 52, e2025GL116966 (2025)
 6. F. Dominique, S. Torii et al., "Radiation-Belt Dropouts: Relationship with Geomagnetic Storms and MeV Precipitation", Geophys. Res. Lett., 52, e2024GL113660 (2025)
- 【国際会議講演】
- The 39th International Cosmic Ray Conference (ICRC2025)
P.S. Marrocchesi (CALET collaboration), "Highlights of 10 years of observations with CALET on the International Space Station", PoS (ICRC2025) 1388 (招待講演)
他 18 件
- The International Workshop on Cosmic Ray Detection and Physics 2025
Y. Akaike (CALET collaboration), "Highlights from CALET on the International Space Station" (招待講演)
- TeV Particle Astrophysics 2025
Y. Akaike (CALET collaboration), "A Decade of CALET Observations: Cosmic-Ray Results from the International Space Station"
- The XIX International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP2025)
K. Kobayashi (CALET collaboration), "Highlights from the 10 years observations with CALET on the International Space Station"
- 【国内会議講演】
- 日本物理学会 2026 年春季年会 (オンライン)
鳥居祥二、他 CALET チーム「ISS 搭載 CALET による観測の現状と最新成果」
他 5 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」(2026 年) (招待講演)
赤池陽水、他 CALET チーム「ISS 搭載 CALET による 10 年間の軌道上観測の成果」
- 日本量子医科学会・第 5 回学術大会 (招待講演)
片岡龍峰、鳥居祥二「国際宇宙ステーション搭載 CALET による宇宙線観測と宇宙天気予報」
- 日本物理学会第 80 回年次大会 (2025 年)
鳥居祥二、他 CALET チーム「ISS 搭載 CALET による 10 年間観測の成果ハイライトと将来展望」他 8 件