

## 平成23年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：飛翔体観測による高エネルギー宇宙線加速天体の研究  
英文：Study on High Energy Cosmic Ray Sources by Observations in Space

研究代表者 早稲田大学 理工学研究所 鳥居祥二

### 参加研究者

早稲田大学 理工学研究所	客員教授	笠原克昌
早稲田大学 理工学研究所	次席研究員	小澤俊介
早稲田大学 理工学研究所	次席研究員	清水雄輝
東京大学 宇宙線研究所	教授	寺沢敏夫
東京大学 宇宙線研究所	准教授	瀧田正人
宇宙航空研究開発機構ISAS	准教授	斉藤芳隆
宇宙航空研究開発機構ISAS	助教	福家英之
神奈川大学 工学部	准教授	田村忠久
神奈川大学 工学部	教授	日比野欣也
横浜国立大学 工学研究院	教授	柴田慎雄
横浜国立大学 工学研究院	特別研究教員	片寄祐作
芝浦工業大学 システム工学部	教授	吉田健二
立命館大学理工学部	教授	森正樹
弘前大学理工学研究科	准教授	市村 雅一

(他 早稲田大学 大学院生12名)

### 研究成果概要

宇宙線電子成分は、高エネルギー領域では主にシンクロトロン放射と逆コンプトン散乱でエネルギーを損失し、そのいずれの過程においてもエネルギー損失の割合がエネルギーの2乗に比例しておこる。このプロセスは純粋に電磁的過程であるため、観測データから加速源のエネルギースペクトルや、銀河内伝播過程を比較的容易に求めることができる。さらに、TeV領域では1 kpc内にある近傍ソースのみが寄与するので、そのようなソースの同定が可能となり電子加速源が同定できる。このような特徴から、宇宙線の加速、伝播機構の解明に不可欠なものとして、電子観測は1950年代から行われてきたが、まだ十分な成果が挙げられているとは決していえない状況である。そのおもな理由は、フラックス自体が少ないうえに1000倍を超える陽子雑音との区別が非常に難しいためである。

我々は、シンチファイバーを用いた高精度なイメージングカロリメータの開発に成功し、南極周回気球による長時間観測（PPB-BETS）を実現した。この結果、従来の10年以上の観測量が1回の観測で得られるようになり、TeV領域に至る電子エネルギースペクトルと異方性の観測から、近傍ソースの存在が検証できる段階に達している。これらの成果により、宇宙研究開発機構（JAXA）により、国際宇宙ステーション「きぼう」曝露部におけるCALETプ

プロジェクトが承認され、2014年度の打ち上げを目指して装置開発が実施されている。CALETでは、5年間の観測でTeV領域の電子を1000イベント以上観測が可能で、近傍ソースの検出と暗黒物質の探索、宇宙線加速・伝播機構の解明をめざしている。

平成21年度に実施したCALETプロトタイプ2号機 (bCALET-2) による気球実験では、CALETの技術実証を行うとともに、1-100GeVの一次電子、100MeV-10GeV大気ガンマ線の観測に成功している【発表1】。平成22年度は圧力气球による長時間観測用のためのbCALET-3による気球実験をブラジルで実施する予定であったが、CALETプロジェクトが承認され平成25年度の打ち上げ予定 (現在は平成26年度) であることから、より大きな成果が期待できるCALETの実施に全力をあげることにした。気球実験を実施するために開発していたbCALET-3の装置主要部分についての技術開発・製作はほぼ終了しており、CALETの性能実証モデルとして利用することにした。

本年度に実施した研究の主な成果は以下の通りである

1) CERN-SPSビームによるトリガーシステム+電荷測定器の製作・試験。

セグメント化したプラスチック・シンチレータにライトガイドを装着して、それぞれをPMTで読み出す方式のトリガーカウンターを製作し、CERN-SPSにおいてビーム実験を実施した。この結果より、入射粒子の電荷や後方散乱粒子による誤トリガーの検証を行った。

【発表2】

2) CALETのための大規模シミュレーション計算。

CALETの観測データ予測や装置開発のために、宇宙線研の計算機を用いてシミュレーション計算を実施した。【発表3】

【発表】

(1) 気球搭載型CALETプロトタイプ (bCALET-2) による電子・ガンマ線観測

仁井田多絵、鳥居祥二、小澤俊介、笠原克昌、田村忠久、吉田健二、片寄祐作、福家英之、他、宇宙航空研究開発機構研究開発報告 (査読有) (印刷中)

(2) CALET で用いる電荷弁別型検出器 (CHD) のビーム実験による性能試験

渡邊仁規、赤池陽水、伊藤大二郎、植山良貴、小澤俊介、笠原克昌、荻部樹彦、九反万理恵、近藤慧之輔、鳥居祥二、中村政則、仁井田多絵、二宮翔太、舟橋良輔、田村忠久、片寄祐作、清水雄輝、他、日本物理学会第67回年次大会 (関西学院大学)、2012

(3) CALET 主検出器のモデリング・シミュレーションによる性能評価

吉田健二、鳥居祥二、赤池陽水 他、  
第12回宇宙科学シンポジウム (2012) JAXA 宇宙科学研究所 (相模原)

整理番号