

【基盤研究(S)】

理工系(数物系科学)



研究課題名 高エネルギー電子・陽電子観測による暗黒物質・ 近傍加速源の探索

早稲田大学・理工学術院・教授 **とりにい しょうじ**
鳥居 祥二

研究分野：数物系科学

キーワード：宇宙線(実験)

【研究の背景・目的】

我々の宇宙で既知粒子が占めるエネルギー密度はわずかに4%程度であるのに対して、正体が不明な暗黒物質が23%を占めており、その解明が宇宙物理学上の最重要課題となっている。その最有力な候補が、”Weakly Interacting Massive Particle (WIMP)”である。WIMPの正体は宇宙初期に生成された素粒子(が残存したもの)である可能性が極めて高い。その発見は素粒子物理学にとっても最重要な課題であり、数多くの探索実験が行われている。

WIMPの対消滅で生成される電子・陽電子は、バックグラウンドとなる天体起源の粒子が冪型のエネルギースペクトルであるに対して、検出が可能な特徴的スペクトルを持つ。このため反陽子や γ 線の観測とともにWIMP検出の有力な手段となっている。我々は、電子・陽電子をTeV領域まで観測可能な観測装置を開発し、長期間気球実験や国際宇宙ステーションでの観測により、WIMPの検出を目指している。宇宙線近傍加速源からの電子・陽電子もWIMP同様な特徴的スペクトルを形成するが、到来方向の異方性の検出等によりWIMPとは区別が可能であり、近傍加速源の直接的検出も期待できる。

【研究の方法】

暗黒物質の探索を、国際宇宙ステーション搭載を目的として開発中のCALET(Calorimetric Electron Telescope)のプロトタイプである気球搭載型装置(bCALET: balloon CALET)によって電子・陽電子観測を実施する。装置製作に必要な要素技術開発はすでに完了しており、1号機のbCALET-1による観測により、1GeV-数10 GeVでの電子観測にすでに成功している。本研究では、平成21年度に2号機のbCALET-2による1-100 GeV領域の電子観測の気球観測を実施し、性能実証を行う。そして、研究期間内に、図1に示すようなbCALET-3によりTeV領域にいたるエネルギー領域での電子観測を、南半球周回の圧力气球と極域周回気球による飛翔実験により、合計で50日間程度の観測の実現を目指す。

【期待される成果と意義】

bCALET-3による観測から期待される電子観測量

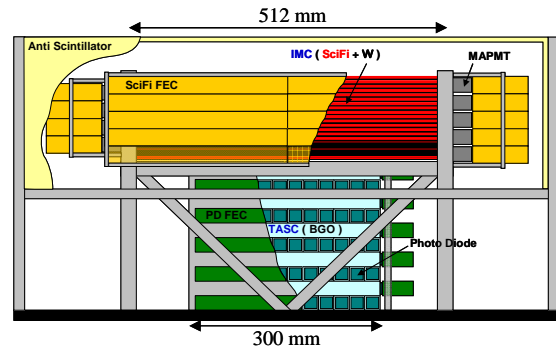


図1: bCALET-3の側面概念図。上部は18,432本の1 mm角シンチファイバーと4 r.lのタングステンによるIMC, 下部は25mm角のBGOを10層X,Y方向に積層したTASCで構成する。装置全体は、 γ 線用のアンチシステムで覆う(一部のみ表示)。

は、100GeV以上で約3,800イベントであり、これまでの気球観測で300-800GeVのエネルギー領域で観測されている、WIMPからの寄与と思われる電子フラックスの過剰について高精度な検証を行う。さらにTeV領域におけるVelaなどの近傍加速源からの寄与の有無について、99%の信頼度で推定が可能である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Cosmic Ray Electron Spectrum above 100 GeV from PPB-BETS Experiment in Antarctica: K. Yoshida, S. Torii, T. Tamura, Y. Katayose, J. Nishimura et al., Advances in Space Research, 42 (2008) pp. 1670-1675.
- The Energy Spectrum of Cosmic-Ray Electrons from 10 to 100 GeV Observed with a Highly Granulated Imaging Calorimeter: S. Torii, T. Tamura, K. Yoshida, J. Nishimura et al., Astrophysical Journal, 559 (2001) pp. 973-984.

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

161,400千円

ホームページ等

<http://www.crlab.rise.waseda.ac.jp/torii.shoji@waseda.jp>