

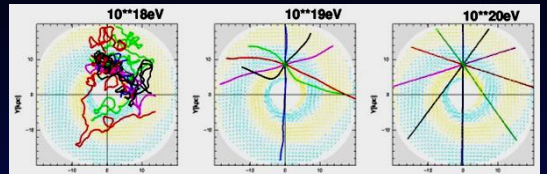
## JEM-EUSO実験



### 基本研究

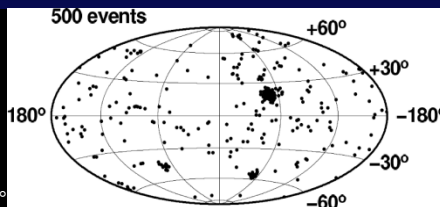
- 極限エネルギー粒子による新天文学 探求的試験研究
- 極限エネルギー宇宙ガンマ線の測定
- 極限エネルギー宇宙ニュートリノの検出と 余剰次元理論への制限
- 銀河磁場の構造と強度の推定
- 相対論、量子重力効果の検証
- 大気圏発光現象の研究

国際宇宙ステーション(ISS)「きぼう」実験モジュール暴露部に設置予定。極限エネルギー宇宙線 (EECR)空気シャワーから生成される大気蛍光およびチェレンコフ光を観測する。また、検出器を傾けることによりtarget massを大きくしてガンマ線やニュートリノなどの観測に有利なTilt modeを計画している。

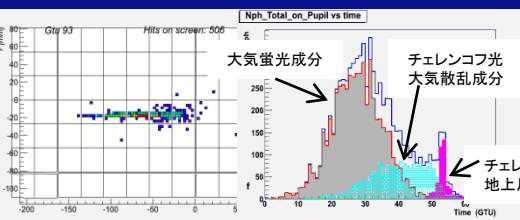


宇宙線の銀河磁場で直進性。極限エネルギー宇宙線は、銀河磁場による進行方向の曲がり小さいので、起源天体を同定が容易になる。

近傍のAGNのX線強度から推定されるEECRの銀河座標上の分布。観測領域が限られる地上実験と異なり、JEM-EUSOはISS軌道上が全天をほぼ一様に観測することが可能となる。

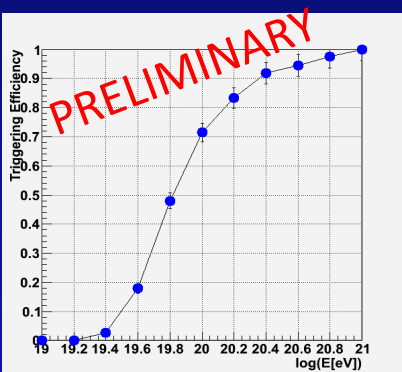
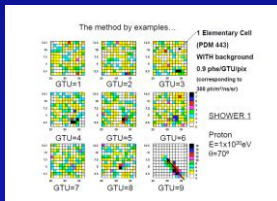


## トリガー 効率



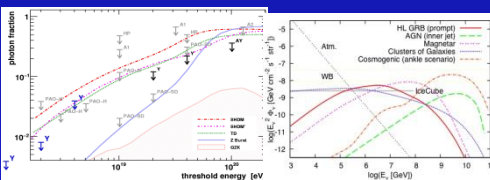
JEM-EUSOで観測される典型的なイベント。(左)焦点面上でのシャワーイメージ。(右)シャワー信号の到来時間分布。

JEM-EUSOでは閾値を超えて連続している信号を判別することによりトリガーをかける。閾値はfake trigger rateを焦点面全体で0.1Hzにするようにバックグラウンドレベルによって調節する。



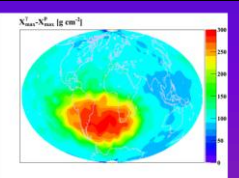
エネルギーによるトリガー効率の変化。トリガー効率は $10^{21}$ eVのときの有効面積で規格化した。

## ガンマ線とニュートリノ



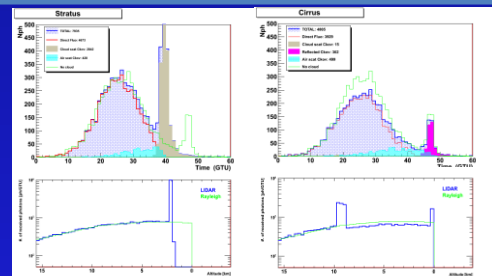
EECRガンマ線やニュートリノのFluxは、EECR起源モデルを決めるうえで重要である。上図は様々な起源モデルで予想されるガンマ線(左)とニュートリノ(右)のFluxである。

極限エネルギーガンマ線はLPM効果と呼ばれる密度効果により、反応断面積が小さくなる。また、地球磁場で電子対生成を起こす。反応確率は、ガンマ線の進行方向に対する磁場成分の垂直成分で決まるので、シャワーの最大発達深さ( $X_{max}$ )に地球上での位置依存性が表れる。

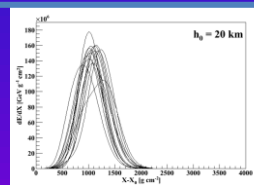
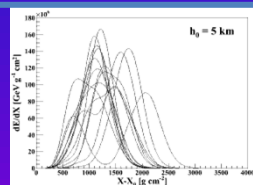
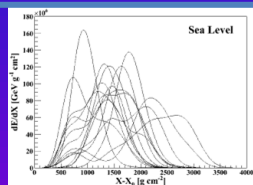


ガンマ線の平均 $X_{max}$ の位置依存性。 $X_{max}$ の値は陽子の平均 $X_{max}$ を引いた値で示してある。赤い部分では地球磁場による影響は弱く、LPM効果の影響が強く表れる。

## 雲上での観測



雲上での空気シャワーの模式図(左)。JEM-EUSOではIRカメラとUVLIDARにより大気状態を観測する。右図はシャワー信号(上)とLIDAR信号(下)の雲による信号到達分布の変化を示している。(左)低い厚い雲(層雲)。シャワー前方に放射されていた大量のチェレンコフ光が雲上で散乱されて観測される。(右)高い薄い雲(巻雲)。雲による散乱で一定量光量が減るが、LIDARによって識別が可能。



極限エネルギーニュートリノ起源のシャワー中の電磁成分はLPM効果によってより大気深くで発達するようになる。上の図は水平入射したニュートリノシャワーの発達分布を示している。(左:高度0km、中:高度5km、右:高度20km)。高度が低いほど大気密度が高くなるのでLPM効果が表れやすくなる。

### 参考文献

• T. Ebisuzaki et al., 2010. Proc. of TOURS SYMPOSIUM ON NUCLEAR PHYSICS AND ASTROPHYSICS-VII, AIP Conf. Proc., 1238, 369.  
 • K. Murase and H. Takami 2009, Astrophys. J. Lett. 690, 14.  
 • A. Santangelo et al., 2010. Proc. of TOURS SYMPOSIUM ON NUCLEAR

PHYSICS AND ASTROPHYSICS-VII, AIP Conf. Proc., 1238, 380.  
 • D. Supanitsky et al., 2009. Proc. of 31st Int. Cosmic Ray Conf. (preprint) arXiv:0909.1302 (astro-ph)  
 • D. Supanitsky et al., 2009. Proc. of 31st Int. Cosmic Ray Conf. (preprint) arXiv:0909.1311 (astro-ph)

• G. Medina Tanco et al., 2009. Proc. of 31st Int. Cosmic Ray Conf.

- T. Ebisuzaki et al, 2010. Proc. of TOURS SYMPOSIUM ON NUCLEAR PHYSICS AND ASTROPHYSICS-VII, AIP Conf. Proc., 1238, 369.
- K. Murase and H. Takami 2009, Astrophys. J. Lett. 690, 14.
- A. Santangelo et al, 2010. Proc. of TOURS SYMPOSIUM ON NUCLEAR PHYSICS AND ASTROPHYSICS-VII, AIP Conf. Proc., 1238, 380.
- D. Supanitsky et al, 2009. Proc. of 31st Int. Cosmic Ray Conf. (preprint)  
arXiv+0909.1302 (astro-ph)
- D. Supanitsky et al, 2009. Proc. of 31st Int. Cosmic Ray Conf. (preprint)  
arXiv+0909.1311 (astro-ph)
- G Medina Tanco et al, 2009. Proc. of 31st Int. Cosmic Ray Conf. (preprint)  
arXiv+0909.3766 (astro-ph)