

平成25年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：TA 地表検出器の低エネルギー側高感度化(TALE 計画)と 宇宙線異方性の研究 英文：Improvement of low-energy sensitivity of the TA surface detector (TALE project) and study of the cosmic-ray anisotropy
研究代表者	東京大学宇宙線研究所・特任助教・川田和正
参加研究者	東京大学宇宙線研究所・准教授・佐川宏行 東京大学宇宙線研究所・助教・野中敏幸 東京大学宇宙線研究所・特任研究員・木戸英治 大阪市立大学・准教授・荻尾彰一 大阪市立大学・特任助教・櫻井信之
研究成果概要	<p>1. 宇宙線異方性のデータ解析</p> <p>平成25年度は、主に TA SD(地表検出器)で得られた低エネルギー側(0.5EeV 以上)の空気シャワー解析の最適化を行い、宇宙線異方性の探索を行った。最適化の結果、イベント数が 10^{18}eV 付近で約 10 倍に増加した。また、シャワーフロントのフィット関数を最適化により角度分解能が約 20%向上した。S800 からエネルギーへ変換するテーブルの再定義も行った。以上のデータを用いて、(1) 10^{18}eV 領域の中性粒子(中性子、ガンマ線)放射天体の北天探索、および(2) 10^{18}eV 領域の大規模宇宙線異方性の探索 を行った。</p> <p>(1) 10^{18}eV 領域の中性粒子放射天体の北天探索 文献[1][2]</p> <p>2008年5月から2012年10月の4.4年間のデータを用いて、10^{18}eV(=1EeV)領域の中性粒子を放射する点源の探索を行った。角度分解能は 10^{18}eV 以上で3度程度である。エネルギー E(EeV)を持つ中性子は崩壊長が $\sim E \times 9.2$kpc であり、ガンマ線は平均自由行程が $\sim E^{0.9} \times 330$kpc であるので、源はほとんど銀河系内に限られる。約 17 万イベント (>0.5EeV)の空気シャワーデータを解析した結果、北天領域に有意な信号は得られなかった。したがって、各赤緯ごとに点源に対する平均的なフラックス上限値(95%C.L.)を計算した。現時点で、これらの上限値は 10^{18}eV 領域の点源の北天探索としては最も厳しい。</p> <p>(2) 10^{18}eV 領域の大規模宇宙線異方性の探索 文献[3][4]</p> <p>AGASA(+Akeno 20km² Array)コラボレーションは、1984年から1999年のデータを用いて、$10^{18.0}$eV-$10^{18.4}$eV のエネルギー領域で宇宙線の大規模異方性の兆候を見つけた。銀河中心方向とシグナス方向に、それぞれ 4.5σ と 3.9σ の宇宙線超過と、反銀河中心に</p>

-4.0 σ の宇宙線欠損が見られた。我々は、TAで観測された同エネルギー領域の8万イベント(AGASAの1.6倍)を用いて、この大規模異方性を検証した。MCシミュレーションによると、AGASAの結果が真であるとする5-6 σ の宇宙線の超過または欠損が期待された(図1a)。しかし、今回の探索では有意な異方性は観測されなかった(図1b)。

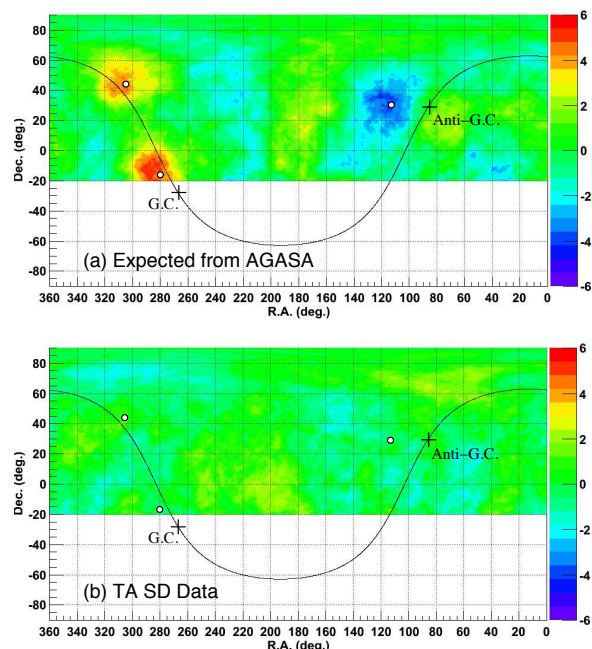


図 1

(a) $10^{18.0}-10^{18.4}\text{eV}$ のエネルギー領域において AGASA の観測結果から期待される TA の統計量での有意度マップ。

(b) 実際の TA SD 観測から得られた宇宙線異方性の有意度マップ。半径 20 度の円でオーバーサンプリングされている (AGASA 解析と同じ大きさ)。G.C.=銀河中心、Anti-G.C.=反銀河中心。

2. TALE(TA Low-energy Extension)計画 文献[5]

TALEはTAの北西領域に、密にSD検出器を並べTAのカバーするエネルギー領域より低エネルギー側を観測する計画である。新たに設置されたTALE-FD(大気蛍光望遠鏡)とTALE-SDのハイブリット観測により、 $10^{16.5}\text{eV}-10^{18}\text{eV}$ の宇宙線の質量組成を精度の良い観測が主目的である。平成24年度から25年度にかけて、TALE-SDは400m間隔に35台が設置され、順調にデータを取得中である。

- [1] 川田和正 他、2013年日本物理学会 年会 ”TA実験216:地表検出器アレイによるEeV中性粒子放射天体の北天探査” 広島大学において口頭発表
- [2] K. Kawata et al., Proceedings of 33rd International Cosmic Ray Conference (ICRC2013), CR, 310 (2013) “**Search for EeV Neutral Particles from the Point-like Sources with the Telescope Array Surface Detector**”
- [3] K. Kawata et al., Proceedings of 33rd International Cosmic Ray Conference (ICRC2013), CR, 311 (2013) “**Search for the Large-Scale Cosmic-Ray Anisotropy at 10^{18} eV with the Telescope Array Surface Detector**”
- [4] 川田和正 他、2013年日本物理学会 秋の分科会 ”TA実験228:地表検出器アレイによるEeV領域の宇宙線到来方向の大規模異方性の探索” 高知大学において口頭発表
- [5] S. Ogio et al., Proceedings of 33rd International Cosmic Ray Conference (ICRC2013), CR, 717 (2013) “**The Telescope Array Low Energy Extension**”