

## 【特別推進研究】

### 理工系（数物系科学）



#### 研究課題名 拡張テレスコプアレイ実験—最高エネルギー宇宙線で 解明する近傍極限宇宙

東京大学・宇宙線研究所・准教授 さがわ ひろゆき  
佐川 宏行

研究課題番号：15H05693 研究者番号：80178590  
研究分野：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理  
キーワード：宇宙線（実験）

#### 【研究の背景・目的】

北半球最大規模の宇宙線望遠鏡テレスコプアレイ(TA)は、2008年から5年間の観測によって、 $5.7 \times 10^{19}$ の19乗電子ボルト( $E_{\text{cutoff}}$ )以上の最高エネルギー宇宙線の到来方向が大熊座付近の特定の領域に集中するホットスポットの兆候を見出した。また、最高エネルギー宇宙線の発生源が地球から約2億光年以内の近傍に限られることを示す、宇宙線の到来頻度の急激な減少を $E_{\text{cutoff}}$ 以上で観測した。これらは、最高エネルギー宇宙線の起源天体を近傍の宇宙で確定できる可能性を示す世界で初めての観測結果である。本研究ではTAの観測面積を4倍に拡張して観測事象取得ペースを加速することにより、最高エネルギー宇宙線による近傍の極限宇宙の解明を目指す。

#### 【研究の方法】

超高エネルギー宇宙線が大気中に入射した際に膨大な二次粒子群が発生し、直径約10キロメートルに

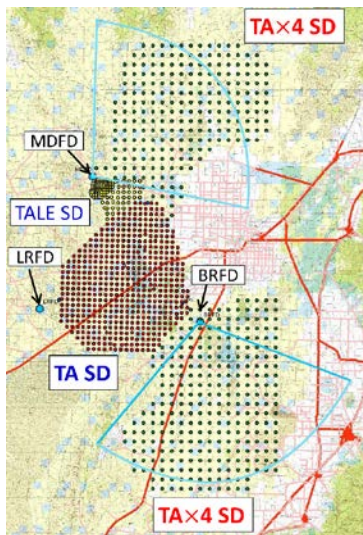


図1 TA×4の配置図

わたって地表に降り注ぐ。現TAでは、米国ユタ州に、面積が3平方メートルのプラスチックシンチレータ検出器507台を1.2キロメートル間隔で基盤の目状に配置して約700平方キロメートルの地表をカバーし、降り注ぐ二次粒子を直接観測する。この特別推進研究では、2.08キロメートル間隔で500台の検出器をTAの北東と南東に追加設置し、TAを合わせて、

観測面積を約4倍の3000平方キロメートルにする。最高エネルギー宇宙線を高統計で検出し、北天のサーベイを行い、宇宙線のエネルギー毎の頻度と粒子種の測定と合わせて、最高エネルギー宇宙線の到来方向の測定からその起源天体を同定する。これにより最高エネルギー宇宙線を生む宇宙の極限現象・極限天体の研究を推進する。

#### 【期待される成果と意義】

これまでのデータと合わせて、研究期間内に現TAの19年分に相当する約300例の最高エネルギー宇宙線を観測できる見込みである。これによって、ホットスポットを確実に確認し、スポット内の詳細な構造を調べ、その起源を探る。また、他の到来方向に過剰スポットがあるかを探索し、近傍の銀河分布や活動的銀河などとの相関を調べる。また複数の宇宙線ががつか所から到来するような点源の探索を行う。最高エネルギー領域の宇宙線の頻度・到来方向の異方性・粒子種を詳細に測定して、その発生・伝播機構を明らかにする。さらに、超高エネルギーガンマ線・ニュートリノを探索することによって、それらの発生機構と、最高エネルギー領域の宇宙線頻度の急激な減少との関係を探る。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “The cosmic-ray energy spectrum observed with the surface detector of the Telescope Array experiment”, T. Abu-Zayyad et al., *Astrophys. J.*, 768:L1 (5pp), 2013.
- “Indications of intermediate-scale anisotropy of cosmic rays with energy greater than 57 EeV in the northern sky measured with the surface detector of the Telescope Array experiment”, R.U. Abbasi et al., *Astrophys. J.*, 790:L21 (5pp), 2014.

#### 【研究期間と研究経費】

平成27年度—31年度 447,100千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.icrr-tokyo.ac.jp/~hsagawa/TAx4/>  
[hsagawa@icrr.u-tokyo.ac.jp](mailto:hsagawa@icrr.u-tokyo.ac.jp)