

Z220r Tibet/ALPACA 空気シャワー実験による南北両半球でのペバトロン探索

埜隆志（東大宇宙線研）

宇宙線エネルギースペクトルの数 PeV の折れ曲がり構造「ニー」は陽子宇宙線の加速限界と考えられてきたが、加速天体の正体は長年の謎である。PeV 核子が星間物質と衝突すれば中性パイ中間子の生成を通して 100TeV 領域のガンマ線を生成するため、sub-PeV ガンマ線放射天体を探索することで加速天体を特定できる。到来頻度が低い sub-PeV 領域ガンマ線を観測するには広視野で常時観測可能な空気シャワーアレイ実験が有効である。チベット AS γ 実験は、大量の宇宙線シャワーからガンマ線シャワーを分離するために地下 2.5 m にコンクリート製プールを建設した。宇宙線シャワーに付随し地下深くに侵入するミュオン粒子を水チェレンコフ放射を観測することで弁別を実現した。2019 年に初めてかに星雲からの sub-PeV ガンマ線放射を報告し、続けて超新星残骸、パルサー風星雲などの天体の観測にも成功した。2021 年には銀河面に沿った拡散ガンマ線の検出にも成功した。PeV 宇宙線が銀河系に閉じ込められているという描像の初めての実験的な検証である。チベット実験が実証した手法は LHAASO KM2A 実験にも応用され、HAWC も含めて北半球のペバトロン探索がさらに進展している。一方、銀河系内の高エネルギー天体は南半球から多く観測できると期待される。ALPACA 実験はチベット実験の技術を利用して南米ボリビアの高地に建設中の空気シャワーアレイ実験である。2023 年から小型の地表アレイが運転を継続しており、宇宙線観測で期待通りの性能を発揮している。2025 年 11 月に地下ミュオン粒子検出器の建設が始まり、2026 年にはガンマ線に有意な感度を持つ観測が始まる。

本講演では、観測技術を含めたチベット AS γ 実験の成果と最近の他実験結果との関係を議論する。さらに、ALPACA 実験の現状と展望を紹介する。