

令和 6 年度（2024） 共同利用研究・研究成果報告書

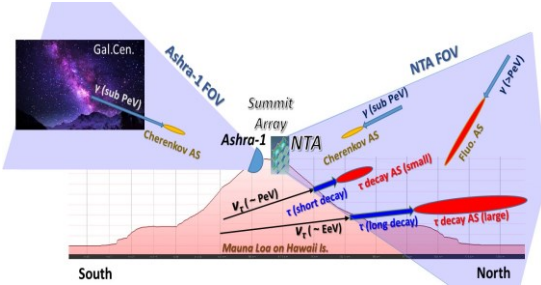
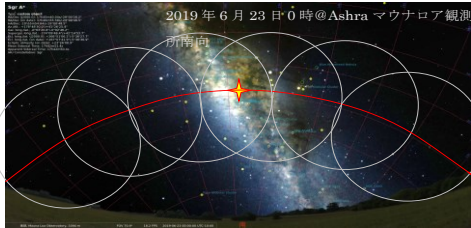
研究課題名 和文：NTA による超高エネルギー粒子放出天体の解明に向けた改良開発と試験観測 英文：Development of improvements and test observations for the elucidation of very-high energy particle emitters by NTA	
研究代表者 東大宇宙線研・准教授（防衛イノベーション科学技術研・PM）・佐々木真人 参加研究者 東京大学宇宙線研究所・准教授・佐々木真人、名誉教授・木舟正、技術補佐・青木利文、東邦大学理学部・教授・小川了、KEK・田中真伸、岡山大学・吉村浩司、ハワイ大学・教授・T. Browder, 教授・P. Binder, 教授・J. Learned, 助教・Danny Marfatia、INFN・教授・R. Mussa、台湾中央院・灰野 禎一他	
研究成果概要：	
PeV (10^{15} eV) 以上の宇宙線の起源天体は未決の謎であるが、そこで加速された陽子は周囲の原子核や光子と衝突し π を生成し崩壊後 ν と γ 線が放出される。本研究では PeV 領域の ν 、 γ 線および原子核を空気シャワー (AS) による大気チェレンコフ光と大気蛍光 (大気発光) を通じて初めて複合的に高精度撮像観測し宇宙線起源の謎を解明する (図 1)。	図 1：AS 複合的銀河バルジ連動撮像観測の原理
地殻や山と衝突した宇宙タウ ν (ν_τ) は τ に変換して山斜面や地表に出現して崩壊し AS 生成し大気発光する。地面や山の方から来た AS の親粒子は明確に ν_τ と分かる。上空から来る AS の親粒子の殆ど核子だが、電荷がなく磁場で曲げられない γ 線なら点源に集中する、もしくは AS 発達形態から識別が可能である。	
地球上で体積が最大の山であるハワイ島マウナロア山上の高度 3000m~3500mの地点に、マウナロア山斜面上空の大気を 2 重に視野に含めるように広視野高精度の大気発光撮像検出器を配置し、そこで生じる AS から大気チェレンコフ光と大気蛍光を高精度にて双眼撮像観測する。	図 2：6 基の集光器による銀河バルジの監視観測
① HESS などの TeV γ 線撮像大気チェレンコフ望遠鏡 (IACT) と同等の解像度 ($< 0.1^\circ$) でありながら、単位検出器 1 台で 30° の広視野撮像検出が出来ること、および、②大気チェレンコフ光による AS 横発達と大気蛍光による AS 縦発達の時定数が全く異なる事象を複合的に同時撮像できることが、本検出器の独自の特徴である。これらの特徴により、天球上の広大な検出視野範囲を確保しつつ、 0.1° 以下の鋭い方向決定と親粒子種識別を伴う複合観測が行え、PeV 宇宙素粒子の起源天体の明確な位置と物理機構の同定を狙える。また、視野内に地球かす	
図 3：Ashra-1 マウナロア観測所	

図 7 : Ashra-1 v 及び光学閃光探査
露光時間マップ。γ カタログ天体(赤
丸)、IceCube 飛跡事例(青+)も示す。