

平成 27 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：Ashra 観測

英文：Observation with Ashra

研究代表者 東大宇宙線研・准教授・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、技術専門職員・青木利文
東邦大学理学部・教授・小川了、教授・渋谷寛、M2・清水日菜乃、M1・大島仁
名古屋大学・教授・杉山直、神奈川大学・教授・渡辺靖志

ハワイ大学・教授・P. Binder, 教授・J. Learned, 助教・J. Goldman, 助教・松野茂信、
講師・J. Hamilton

研究成果概要

Ashra-1 によるハワイ島マウナロア観測所における空気シャワー撮像観測および観測装置の更新充実を行った。

中核機関としてこれらの実績を進展させ、トリガー読み出し装置の試験、搬送、実装、観測への流れ作業を統括し、装置の現地実装を促進するとともに、国際共同研究として超高エネルギーニュートリノ探査トリガー観測を観測維持運営し、物理成果として収斂させていく準備が整いつつある。2014 年度、第 4 観測期間(Obs04)を準備してきた。2015 年 3 月から、現地での観測再開のシャータダウンを行い、その間、下記の実装に至る過程をマウナロアで遂行し、チェレンコフ視野と蛍光読み出しの充足を行った。

実装にいたる過程として、撮像センサー（茨城大）、トリガー読み出し装置（宇宙線研究所）、光ファイバトリガー伝送系（東邦大学）の要素試験後、宇宙線研究所に集結し、そこで結合され YAP パルサーやレーザー光源を用いた室内統合試験が行われた。トリガー半導体センサーの実装試験は宇宙線研究所のクリーン室を用いて行われた。これまでの経験から室内統合試験からマウナロア山での実装後観測までに環境条件などにギャップがあるため、ハードウェア実装に困難な場面もあった。海外への搬送や現地実装の前にエージングも兼ねて、同様の望遠鏡による 2 週間の国内試験観測は重要である。高感度・高効率で物理観測を続けつつ平行して海外拠点における装置実装の充足を促す効率的な過程としても重要である。明野観測所には以前、申請者らが試験利用していた

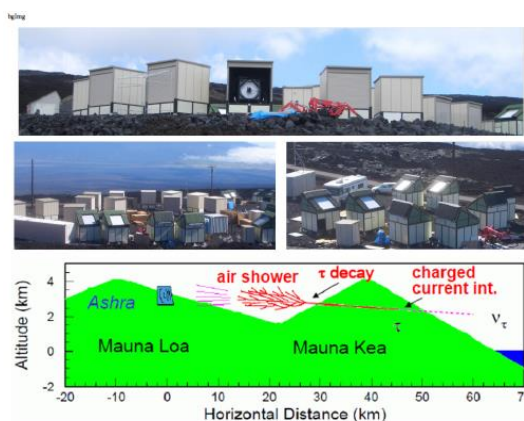


図 1: Ashra-1 低高度望遠鏡 (上)、主・副ステーション (中左・右)、地球かすり撮像法の原理 (下)。

大気発光望遠鏡と格納庫があり、それを再度利用すれば統合試験を遂行できた。装置の開発、要素試験、室内統合試験、国内統合試験観測、ハワイ現地実装および観測という安定かつ発展的な実装と観測化への流れが現在、確立している。これらを本研究が中心的に統括遂行し観測から物理成果までのコスト効率と実績を最大化している。ハードウェアの準備と要素試験から統合化の貢献について、茨城大、東邦大、宇宙線研究所の各担当者が担うが、それらを統括、現地観測運用、データ処理、物理成果まとめを本計画が中核的に実施運用した。これらにより、高感度による天体超高エネルギーニュートリノの探索、広視野チェレンコフ空気シャワーステレオ観測、突発天体からの光学閃光の探査観測、その他、高精度広角視野を利用した独自の観測研究を積み上げ、段階的に国際共同を拡大充実させている。

超高エネルギー素粒子天文(VHEPA; Very High Energy Particle Astronomy)と Ashra ニュートリノ望遠鏡計画(Ashra NTA)をはじめとする超高エネルギー粒子検出器の将来を主たるテーマとして、The 9th International workshop on Very High Energy Particle Astronomy (VHEPA) を 2016 年 1 月 7-9, 日 University of Hawaii at Manoa の East-West Center (EWC)にて開催した。Ashra NTA 他、超高エネルギー粒子検出器計画である ANITA, ARA, ARIANNA, AUGER, CTA, GRAND, HAWC, IceCube-Gen 2, JEM-EUSO, KM3NET, LHAASO, and TA が本会議に参加した。講演数は 21 であった。講演の最初と最後に各々、G.Hou (台湾大)と佐々木(東大)が Ashra NTA について講演し、その後、F. Halzen を議長として議論を行い、F.Halzen が本会議の議論を統括した。ハワイ大学、F.Halzen 他ウイスコンシン大学、佐々木他東大および日本の他大学が結集して、本番と同じ検出器を用いた最小構成のシステムで試運転観測を揚力して遂行しながら、強固な共同組織を構築し、その間、概念白書(White Paper)、技術設計書(TDR)、物理成果論文を共同執筆して、両国で予算申請する方向を探ることとなった。

宇宙線研究所のクリーンルームで画素センサーの要素試験が遂行できるように準備ができています。また、明野観測所で組み上げ統合試験する環境も準備され、本年度から上記の実装に至る一連の過程は本格的に稼働できる。これにより、順次、ニュートリノおよび光学閃光探査の期待観測頻度(すなわち有効立体角)を向上させ、着実に発見同定に向けて近づけるとともに、観測データ統計量も増やし、ガンマ線バースト、銀河中心、活動銀河核などの探査の物理天文解析を活発に進めている。Obs03 までのデータ解析結果を順次解析して物理天文の結果を導出してまとめて出版し、一部、今後の国際研究会や国際会議にて発表する。その後、拡充されたトリガー視野を活用した Obs04 を継続推進する。