

Ashra 望遠鏡を用いたチェレンコフ光による宇宙線観測

小暮 大輔

全天監視型高精度宇宙線観測実験:All-sky Survey High Resolution Air-shower detector (Ashra)は、広視野高分解能の検出器を複数台用いて、全天の77%を常時観測し、突発的高エネルギー天体から放出される紫外光及び、高エネルギーなガンマ線やニュートリノの観測を行い、突発的高エネルギー天体の発見や高エネルギー放射機構の解明を目指す実験である。Ashra 検出器内では光電撮像パイプラインと呼ばれる光伝送システムが搭載されており、この中で配光、露光時間の制御を行うことで空気シャワー由来の大気発光現象や高エネルギー天体からの可視光の閃光などを同時、独立に撮像を行うことが出来る。また複数台の検出器を用いてステレオ観測を行うことで、高精度に空気シャワーの到来方向やエネルギーを決めることが可能である。

光電撮像パイプラインの光伝送部分には光ファイバー束が用いられる。これは500 μm 径の光ファイバーを格子状に並べることで入射した光を粗画像として低損失でトリガー回路まで伝送することが出来る。本研究では64 \times 64本の光ファイバー束のシートの作製、積層作業を行うと共に、作製した光ファイバー束の評価を行った。これまで16層を2つ、8層を5つ作製し、格子点からのずれは精度目標となる200 μm 以下を達成した。透過率はそれぞれ70~78%の様な分布が得られ、これらを用いて64層光ファイバー束を作製すれば十分観測に実装可能である事が確認された。透過率の測定には基準光として青色LEDを用い、その光をレンズで集光させる。集光した光を2軸自動ステージを用いて光ファイバーに入射させ、光ファイバーからの出力光をPMTで測定する。光ファイバー入射前後の光量を測定し、その比を取ることで光ファイバーの「光の透過率」を計算している。測定過程のPMTのHVのON,OFFや光学条件の変化等で透過率は5%程度揺らぐことがわかった。

Ashraでは天頂角30°の方向を向いた1台の検出器を用いてこれまで2期(2008年6月28日~2009年6月5日、2009年10月7日~2011年1月4日)に渡って光学閃光観測を行うと共に、天頂角75°の方向を向いたマウナケア山向きの検出器を用いて山かすりタウニュートリノを観測対象としたトリガー試験観測(2008年10月28日~2008年12月10日)を行ってきた。2010年5月16日~8月1日には観測作業を行い、合計3526.5hになる光学閃光観測実績に貢献した。また2011年8月28日~10月25日、11月28日~12月28日にステレオ観測を実現するため高分解能で結像するように光を集光する分割鏡の調整を行うと共に、集光面に大口径光電レンズ撮像管、光電撮像パイプラインを取り付け、実際に夜空の撮像を行い観測可能であることを確認した。またトリガー観測を行うためにトリガー読み出し回路のインストール作業も行い、光ファイバー束から伝送された光に対してトリガー信号を撮像系に送り撮像を行う事が可能になった。2011年12月21日~12月28日には山かすりタウニュートリノを観測対象としたトリガー試験観測を行った。従来に比べ約10倍の高感度、低閾値でのトリガー観測を55時間にわたりを行った。これにより、長期定常観測が可能になり、世界最高感度での10PeV以上タウニュートリノ点源探査が可能である。2011年1月よりタウニュートリノ探査及び光学閃光探査の本観測が開始した。