

## Ashra 実験に用いるトリガー系の開発

6410011 辻川 弘規

全天監視高精度素粒子望遠鏡 (All-sky Survey High Resolution Air-shower detector: Ashra) は、42度の広視野かつ数分角の解像度を持つ複数の検出器群で全天の約 80%を常時監視する。これにより 高エネルギー天体からの素粒子による空気シャワー現象が起こす大気発光現象を捕らえ、その起源やメカニズムを探ることで、新たな超高エネルギー天文学の開拓を目指すプロジェクトである。Ashra の宇宙線検出器には、大気チェレンコフ光や大気蛍光などの大気発光現象を制御露光しながら同時独立して撮像するためにトリガーシステムが装備されている。トリガーシステムの一部を担う光ファイバー伝送系は、直径  $500\mu\text{m}$  の光ファイバーを  $64\times 64$  本の格子状に束ねた光ファイバーバンドルからなり、これら複数の集光器から得た光像を結合し、2種類の大気発光現象用のトリガー系に分配して伝送する役割を果たす。また Ashra のトリガー系は、光ファイバーバンドル、閾値判定を行うトリガーセンサ LSI、論理判定を行い撮像系へトリガー信号を送るトリガーFPGA ボードからなる。これまで 天頂角  $75^\circ$  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を行ってきた。

本研究では、光ファイバー伝送系に使用される光ファイバーバンドルの作製と性能評価を行った。光ファイバーバンドルは、光ファイバー64本を並べて成形したシートを2層、4層、8層と段階的に積層して製作する。シート同士の位置を目視調整しながら積層し、各ファイバーの位置が基準となる  $500\mu\text{m}$  正方形より、ずれの  $\sigma$  が  $35\mu\text{m}$  以内、すべてのファイバーのずれがほぼ  $\pm 100\mu\text{m}$  に収まるバンドルの製作を目指した。また、光ファイバーシートを大量生産する上での、歩留まり及び制度の向上のための製法への改善を行った。光ファイバーを巻き取る際に途中で止まってしまうと、巻き取っていたファイバーがたるんでしまい失敗の要因の一部にもなっていた。そこで常に一定のテンションをかけながら光ファイバーを巻き取れるように、ファイバールールにモーターを取り付ける事でバックテンションをかけられるように改良を加えた。その結果、誰でも一定のテンションで光ファイバーを巻き取る事が可能となり歩留まり率は高くなった。更に、ファイバーシートの積層時の位置ずれをスキャナーで精密に測定するために、フォトマスクを使うことを試みた。その結果、スキャナーで読み込んだ画像の補正を行い十分な精度で位置ずれを測定出来る事が解った。

また 今回タウニュートリノ点源のトリガー閾値を下げたチェレンコフ光観測を行う為に、トリガーモジュールのアップグレードを行い、その性能試験も行った。性能試験では チェレンコフ光に対応した疑似信号をLEDで発生させPMTを光らせた後トリガーモジュールに信号を入力する。隣り合う2画素で閾値以上の信号が来た時にトリガー信号を発生させる論理判定の元、入力電子数を変化させながらトリガー効率の測定を行った。その結果、以前試験観測に使用したトリガーモジュールのエネルギー閾値より約  $1/10$  以下でトリガー効率が  $100\%$  となり感度が向上した事が実証された。2011年1月よりタウニュートリノ点探査及び光学閃光探査の本観測が開始された。エネルギー閾値を一桁以上上げる事が可能となる事で特に低エネルギー側での感度が向上した為、世界最高感度での  $10\text{PeV}$  以上のタウニュートリノ点源探査が可能となる。