

## 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：TA 実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発  
 英文：Development of new surface detector for observation of ultra high energy cosmic ray at Telescope Array site

研究代表者 野中敏幸 東京大学 宇宙線研究所 助教  
 参加研究者 櫻井信之 徳島大学 大学院ソシオアーツ・アンド・サイエンス 講師  
 佐川宏行 東京大学 宇宙線研究所 准教授  
 武石隆治 東京大学 宇宙線研究所 院生  
 大嶋晃敏 中部大学 工学部 創造理工学実験教育科 准教授

### 研究成果概要

これまでに、既存の TA 地表検出器を基に、コンクリート吸収層 と鉛を用いた粒子弁別機能を持たせた検出器を製作し設置を進めてきた。平成 27 年度は以下の項目の活動をおこなった。

#### ● 設置済み検出器の観測継続

設置済みの鉛サンドイッチ型検出器での試験観測は 2013 年 12 月から、2 年間安定して稼動した。

#### ● データ収集拠点の整備

新設の検出器群 は中央レーザー射出装置 (CLF) の敷地内で TA アレイの一部として稼働させている。このため増設が可能な検出器台数と使用可能なエレクトロニクスに制限があった。

2015 年 5 月～6 月に、検出器エレクトロニクスのファームウェアに手を加え、(図 1) に示すように、TA 地表検出器アレイからの無線送信される空気シャワートリガー情報を CLF 内で分配

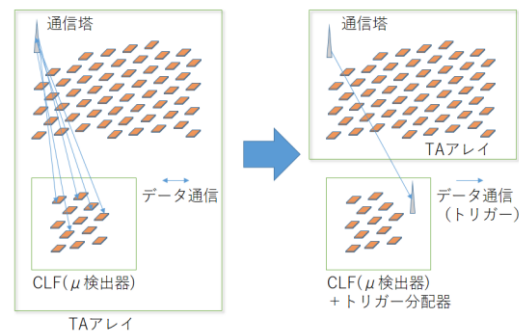


図 1：予定するデータ取得径路の変更

するように変更をおこなった。2016 年 03 月～現在、コロラド大学グループによって、Auger 水タンクヘトリガー情報を分配するための作業準備がおこなわれている。

### ● 鉛サンドイッチ検出器の増設準備

現在、鉛サンドイッチ型検出器の試験観測に用いている架台は既存T A地表検出器のものを借用している。平成 26 年度に新しい形状の架台を考案し発注したが、改善の余地が残るものが製作された。2015 年 5 月～6 月にこれを再び改良した。それにより鉛サンドイッチ検出器のモジュールを 合計 3 m<sup>2</sup>分固定できる架台へ修正された。修正された架台を 2016 年 3 月に CLF に輸送した。

### ● 面積拡張のためのR&D

面積の拡張のためには、少ない資材で広い検出面積を確保しなければならない。今年度、浜松ホトニクス製の光電子増倍管（PMT）による、光電子数試験、ファイバーとのアセンブリ方式の考案、輸送振動試験による劣化の確認などをおこなった。

PMT(浜松 R6819) は波長変換ファイバー(クラレ Y11)からの出力光の波長領域で量子効率が約 19%ある。シンチレーターからの光の読み出しに用いる波長変換ファイバーの配置間隔をある程度広くしても、信号の光電子数は、これまでと同程度に保つことが可能である事を確認した。

PMT と波長変換ファイバーとの接続方

法を右図のようなものにした。母材に白色の POM 樹脂を用いた場合、透明アクリル樹脂を用いた場合との比較で、出力光電子数は 7%増加している。接続方法は、当初ファイバー束と PMT の接続部分で螺子止めによる圧着をするように計画したが、実際の検出器製作場面では締め付けトルクのコントロール、圧力のかかり方に不定性が大きいことが懸念された。輸送などでの衝撃も考慮すると、破損しない事の保障が困難であったので、4 本の引きバネによる固定方式にした。

最終的に実験で用いる際には検出器の輸送の問題がある。機械的な緩みの有無の他、PMT 管面とファイバーの摩擦などの影響を調査した。合計 3 回の長距離輸送振動試験（JIS Z010 規格）を行い、振動前と後での PMT 増幅率、管面感度に変化は無いことを確認した。

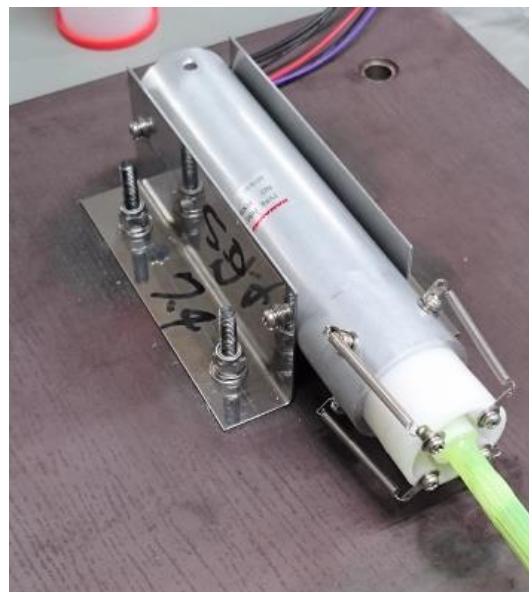


図 2 PMT と波長変換ファイバー