

平成 26 年度共同利用研究・研究成果報告書

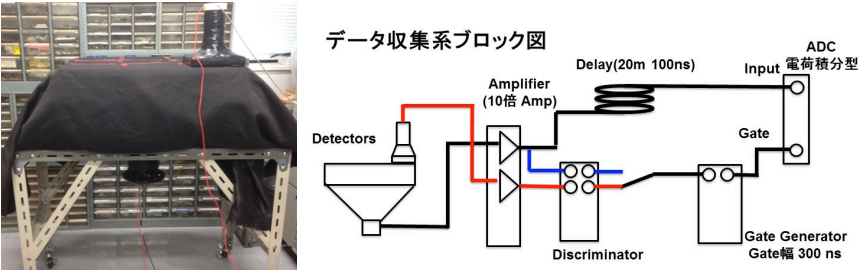
研究課題名	和文：TALE 実験用地表検出器の開発と性能試験 英文：Research and development of the surface detectors for the TALE experiment
研究代表者	荻尾 彰一（大阪市立大学大学院理学研究科 准教授）
参加研究者	野中 敏幸（東京大学宇宙線研究所 助教） 福島 正己（東京大学宇宙線研究所 教授） 佐川 宏行（東京大学宇宙線研究所 准教授） 竹田 成宏（東京大学宇宙線研究所 助教） 小西 翔吾（大阪市立大学大学院理学研究科 修士 1 年） 和知 慎吾（大阪市立大学大学院理学研究科 修士 1 年）
研究成果概要	<p>現在米国ユタ州で運用されているテレスコープアレイ実験のエネルギーしきい値はおよそ $10^{18.5}\text{eV}$ であるが、これを $10^{16.5}\text{eV}$ まで下げ、このしきい値から $10^{20.5}\text{eV}$ にわたる広いエネルギー領域で、宇宙線のフラックスと粒子組成を測定するための、TA Low energy Extension(TALE)実験を進めている。</p> <p>この TALE 実験のために、既に 35 台の地表検出器 (SD) と 10 台の大気蛍光望遠鏡 (FD) が米国ユタ州デルタ市郊外の TA 実験場に設置されている。これらに加え、有効面積 2.2m^2 のプラスチックシンチレーター SD 68 台を新規製作し追加設置し、面積約 67km^2 の TALE-SD アレイを完成することが喫緊の課題である。これら追加設置する地表検出器として AGASA (明野超大空気シャワーアレイ) 実験で使われていたシンチレーターと検出器容器を再利用することを検討している。</p> <p>AGASA 実験で使われていたシンチレーター約 900 枚と検出器容器約 70 セットは、現在、明野観測所に保管されている。シンチレーターの発光量や検出器容器内部の反射率も経年劣化していると思われるので、それらの変化した特性のばらつきを調べるため、シンチレーターと容器の抜き取り検査を実施した。シンチレーター17 枚と容器を無作為抽出して大阪市立大学に輸送し、シングルミュオンに対するパルス波高分布を測ることで、発光量の個体差、位置依存性、内部反射材の反射率測定などを測定した。</p>
	 <p>データ収集系ブロック図</p>
図 1	シンチレーターの発光量測定のため検出器 (大+小) とデータ収集系

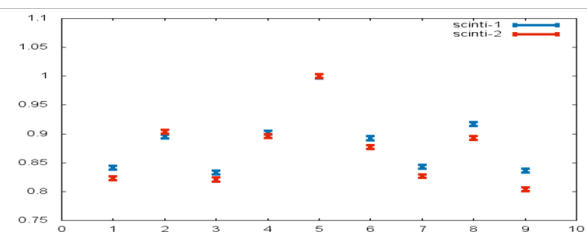
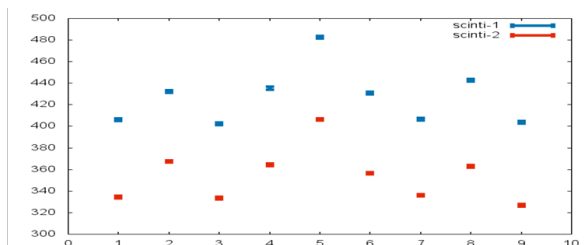
図1は、シンチレーターの発光量測定のための検出器セットアップである。検査対象である50cm×50cm×5cmのシンチレーター1枚を収めた検出器（大）と15cm×15cm×2.4cmのプラスチックシンチを用いた検出器（小）からなる。検出器（小）は発光量の位置依存性を測定するためのトリガー検出器である。例として、2枚のシンチレーターの発光量位置依存性の測定結果を図2に示す。

図2：2枚のシンチレーターの発光量特性のミュオン入射位置依存性。

上グラフの縦軸は検出光量に相当するADC値で、下図はシンチ中心の光量を1とした相対値である。上下いずれも横軸はシンチレーター上の位置を表すコード番号で意味は下の図の通り

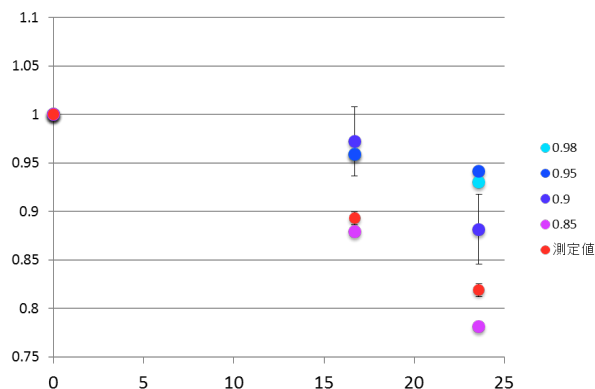
9	8	7
6	5	4
3	2	1

検出器（大）を上から見たとき



光量には個性があるが、位置依存性には個性がほぼ無いことがわかる。また、この結果をGeant4によるシミュレーションと比較することで、反射材の反射率を推定した。比較が図3である。

図3：光量の中心からの距離依存性。赤が実測値でその他の色はシミュレーション計算の結果である。反射材の反射率はおよそ87%と推定される



PMTによる集光率を向上させるために、PMTの前面に魚眼レンズを装着して使用する予定であり、この最適設計に着手している。これまでに、PMT光電面半径よりも約60%大きな半径を持つ半球形状が最適で、1.6倍の集光量向上が見込めることがわかっている。

これらの成果は2015年春の日本物理学会年次大会（早稲田大学）で報告された。