

平成 28 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・教授） |
| 参加研究者 | 常定芳基（大阪市立大学大学院理学研究科・准教授） 高橋優一（大阪市立大学大学院理学研究科・前期博士課程 2 年） 佐原涼介（大阪市立大学大学院理学研究科・前期博士課程 1 年） 佐川宏行（東京大学・宇宙線研究所・教授） 竹田成宏（東京大学・宇宙線研究所・助教） |
| 研究成果概要 | <p>現在我々は、TA 実験と合わせて、$10^{16.5}$ eV から $10^{20.5}$ 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実験、TA Low energy Extension 実験（TALE 実験）を進めている。低いエネルギー側を占める銀河系内起源の重い宇宙線（鉄核など）と、高いエネルギー側で卓越する銀河系外起源の軽い宇宙線（陽子）の寄与を分離して、粒子種ごとのエネルギースペクトルを明らかにすることが TALE 実験の掲げる主目的である。既に TALE 実験のための大気蛍光望遠鏡（FD）は平成 25 年度に完成しており、観測を継続している。さらに一次エネルギーやシャワー縦方向発達の決定精度を TA 実験レベルまで向上させることを目指し、TALE 実験に SD アレイを設置して「ハイブリッド化」することが、科研費基盤研究（S）（代表：荻尾）を得て平成 27 年度から進められている。</p> <p>TALE 実験のための SD の開発をこれまで継続してきた。現在の TALE 実験用 SD エレクトロニクスでは、エレクトロニクス内でのモジュール間通信にシリアル通信規格である UART が使われている。しかし、このエレクトロニクス内通信仕様をシリアル・ペリフェラル・インタフェース（SPI）に変更することによって、通信速度を大幅に向上させることが期待できたため、エレクトロニクス内の配線の変更と FPGA 用ファームウェアの変更による高速化の開発を進めた。平成 28 年度には、UART 版と改良された SPI 版の両方のエレクトロニクスを用いた試験を、日本国内および米国ユタ州デルタの TA 実験サイトにある TALE 実験 SD アレイエリアで実施した。</p> <p>結果として、内部通信の仕様を UART から SPI に変更することで、SD アレイ内でのデータ収集速度が実効的に約 1.3 倍速くなることが実際の測定によって確かめられた。し</p> |

かし、エレクトロニクス内部でのオーバーヘッドの影響が大きく、当初期待した10倍の高速化が不可能なことも明らかになった。並行して開発を進めていたUART版は、完成度が高まり、空気シャワーアレイの安定運用が可能なレベルに達しているが、さらなる高速化のためにSPI版の開発を今後も継続し、最終的にはSPI版でのTALE-SDアレイの運用を目指す。

また、平成28年度には、TALE実験のための新型SD用エレクトロニクスのハードウェアの製作を進めてきたが、平成28年12月には動作試験を終えて100台が完成した(図1)。平成28年度中に検出器としての組み上げとエレクトロニクス部分の温度試験を行った後、TA×4実験用SDと組み合わせて、TALE実験SDアレイエリアで67台のSDからなる空気シャワーアレイとして試験観測が開始された。

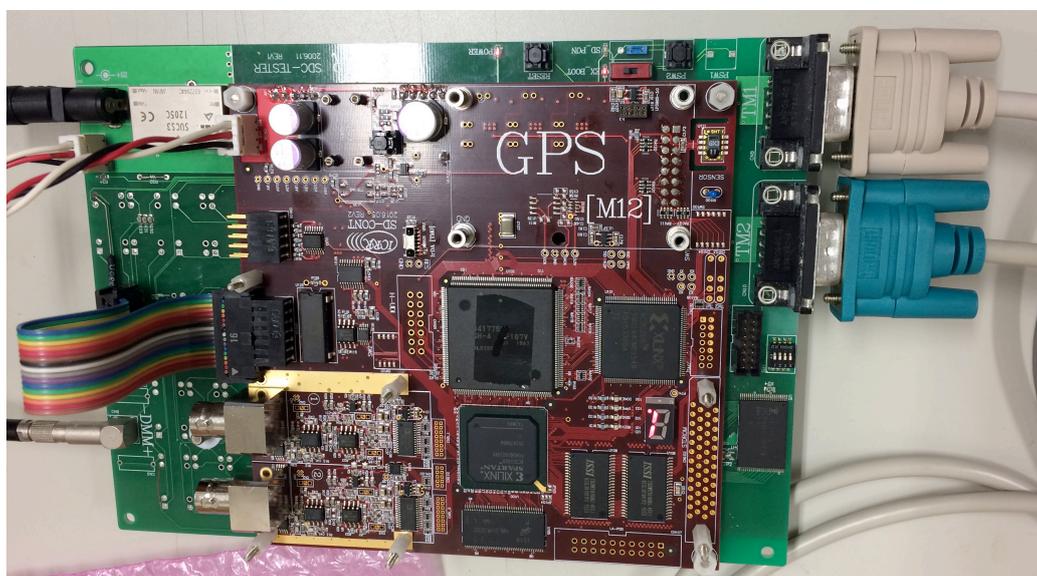


図1：新型SD用エレクトロニクス

製造後の最初の試験のためのテストベンチに搭載されたSD用新型エレクトロニクスメインボード(赤い基板)。このベンチを使った試験では、基板上16ヶ所の電圧が測定され、期待される電圧が出力されているかどうかを確認される。また、HV制御のDACおよび信号記録用FADCの直線性の試験も行われる。SD用エレクトロニクスはこのメインボードの他に、充放電制御ボード、ヒーター制御ボードからなる。