

平成 30 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：TAx4 及び TALE 実験 地表検出器の時間及び位置の較正
英文：Timing and position calibration of surface detectors of TAx4 and TALE experiment

研究代表者 木戸 英治
参加研究者

研究成果概要

テレスコープアレイ(TA) 実験の地表検出器 (SD) は、それぞれの時間と位置の情報の較正のために、Motorola 社製の GPS タイミングレシーバー M12+ を用いている。M12+ は GPS アンテナから得られた信号をもとに、1pps (pulse-per-second) を SD 用のエレクトロニクスに出力する。この 1pps のタイミングを時間情報の較正に用いている。TA 実験の拡張計画である TAx4 実験と Telescope Array Low Energy Extension (TALE) 実験でも同じように M12+ の代替品である i-Lotus 社製の M12M を使用している。このレシーバーの 1pps に最大 40 ナノ秒程度の個体差があり、これが TA 実験では SD の時間測定のもっとも大きな系統誤差であった。本研究ではこの個体差を全数測定して時間測定の精度の系統誤差を確認した。

本研究では M12M 合計 378 個全ての 1pps の試験を行った。この個数は、TAx4 実験でこれまでにサイトに設置した 257 台の SD 分と TALE 実験 80 台の SD 分に 41 個の予備を含む十分な個数である。私は明野観測所に試験用のセットアップを作った。ファンクションジェネレータからの信号を分割し、試験したい GPS レシーバーを取り付けた最大 6 台の SD 用のエレクトロニクスに同時に信号を入力して、記録された時間の相対的な差を測定した。測定の際は、GPS アンテナからの信号も共通にするために、一本の GPS アンテナから信号分割器で GPS レシーバーに同じ信号を入力できるようにした。

試験の結果、基準とした GPS レシーバーとの 1pps の個体差の最大は 19.3 ナノ秒であった。試験では 1pps のタイミングの違いを 0.2 ナノ秒以上の統計精度で決めることができた。この個体差はデータ解析の上で十分無視できる程度に小さいものであった。

また、実際にサイトに設置された SD の GPS のモニターデータから、時々GPS レシーバーM12M で感知される GPS 衛星の数が 0 になってしまう問題が起こることが分かった。この問題に対する対策も検討した。結果として、TA 実験で用いた GPS レシーバーM12+との仕様の違いが問題を引き起こしていることが分かった。SD 用のエレクトロニクス起動時の GPS レシーバーM12M への供給電圧の時間波形を修正することと、GPS アンテナを変更することで、この問題をほぼ解決することができた。

整理番号 E16