

平成 28 年度共同利用研究・研究成果報告書

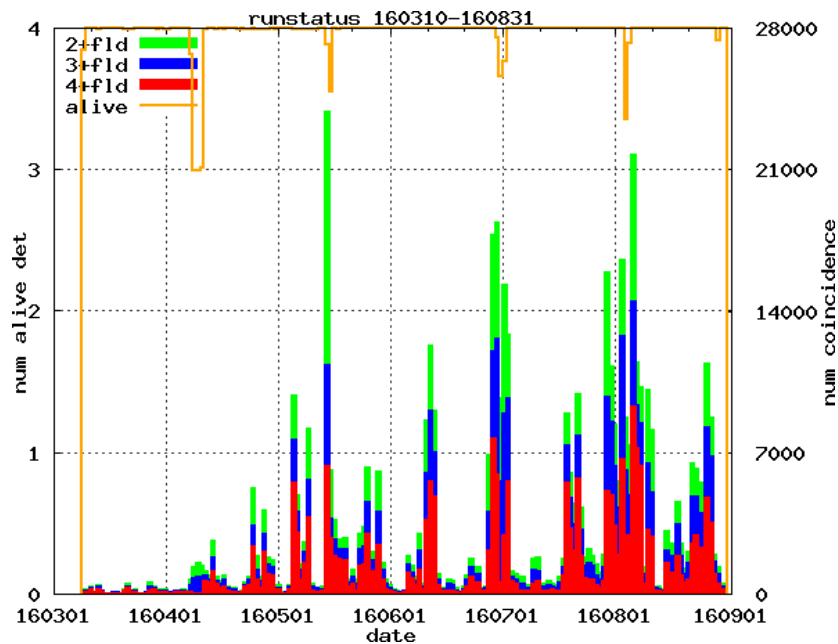
研究課題名 和文：TA 地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測
 英文：The observation of abnormal shower event with lightning
 by TA surface particle detector

研究代表者 立命館大学工学部 特任助教 奥田剛司
 参加研究者

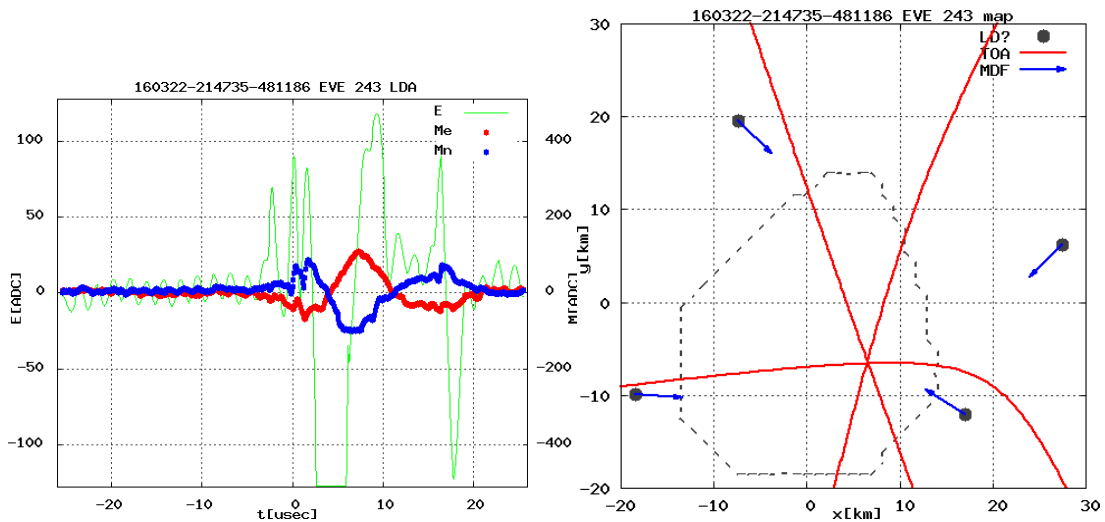
研究成果概要

2014 年度より直接的に共同利用研究費の支援を受けており、2014 年 09 月に一台目の雷検出器をデルタ市内の宇宙線センターに設置し、試験観測を開始した。以前から宇宙線センターに設置してあった大気電場計の変化に同期した雷放電事象を観測できており、開発したデータ取得プログラムが機能していることを確認した[2014 年度報告書 F12]。その後、納品された雷放電検出器は GPS に関する仕様に変更されており、また、多数の不具合を持ったまま納品されたためメーカーとの交渉やデバッグ、二種類の検出器に対応したデータ取得プログラムの再開発等で半年ほど計画が遅れた。その後、各大気蛍光望遠鏡サイトに設置を進め、2015 年 09 月より計三台で、2016 年 03 月より計四台で稼働中である。これらの検出器は遠隔で制御やデータ転送等が行えており、構築したソーラーバッテリーシステムと共に安定的に運用されている[2015 年度報告書 E26]。

また、GPS の仕様が異なる二種類の観測装置の統一的なデータ処理と LiveTime の計算を行うプログラムは昨年度の報告書では開発中となっていたが完成し以下の通りである。以下は四台目が稼働して以降約半年間の一日毎のトリガー数と各検出器の LiveTime から算出した平均稼働検出器数の推移である。



以下に 2016 年 03 月 22 日に四台で同時観測された雷放電事象の例を示す。



左図の波形は四台のうちの一台中のものである。検出器のアンテナは無指向性の電場アンテナと直交磁気ループアンテナから構成されており三つの波形データを記録する。電場波形は四台で同じ傾向を示しているが、磁場波形は各検出器で東西方向と南北方向の振幅比が異なっている。この磁場波形の振幅比を用いて各検出器に対して雷放電がどの方向で起こったかをある程度推定できる。この結果を右図の青矢印で示す。この推定方向はアンテナの設置環境によりかなりの系統誤差を持つことがわかっている。一方、各検出器での雷放電検出時刻を用いるとその検出時刻差から右図の赤線が描け、その交点が雷放電位置として推定される。検出時刻差を用いる方法は一意な放電位置推定を行うには最低四台必要で三台だと二重解を持つ可能性がある。しかし磁場波形の振幅比から推定される方向は適切な解の選択に使用可能な精度を有していることは右図より見て取れる。磁場波形により三台でのコインシデンスがかかった雷放電位置の推定も可能となる。

ただし、先に述べたように推定方向はアンテナ設置環境によるかなりの系統誤差があるため、四台を用いた時刻差による一意な雷放電位置を多数解析し、その位置情報をもとに推定方向の較正を行う必要がある。これにより三台コインシデンスでの位置決定が可能となり、ある検出器が不調になった場合等も位置測定可能な観測を維持できるようになる。今後はこれらの作業を行い、さらに放電位置に対する各検出器の距離情報と各検出器での磁場強度から放電電流の推定に関する検討も行う。その後、TA 地表粒子検出器との相関を取る予定である。

[成果発表 2016/04 - 2017/03]

奥田剛司 「Burst of high energy radiation from lightning discharge, observed by Telescope Array」 2016 ILDC/ILMC (2016 年 04 月)

奥田剛司 「Telescope Array 観測施設での雷位置検出」 日本物理学会 (2016 年 09 月)

整理番号 E19