

V313b チェレンコフ光を利用した 10MeV ガンマ線の指向性観測と雷ガンマ線への適用

馬場萌花, 大口真奈里, 安藤美唯, 中澤知洋, 大熊佳吾, 田中敦也, 大宮悠希, 伊藤大将, 西村悠太, 坂井晃生 (名大理), 一方井祐子 (金大人社)

MeV 帯域のガンマ線は検出感度が悪い。中でも数 MeV から 30 MeV の帯域ではコンプトンカメラの効率が低く、対生成望遠鏡は動作しない。この帯域で動作する他の検出原理として、電子チェレンコフ検出がある。10 MeV 程度のガンマ線が水やアクリルと相互作用して生じる反跳電子が物質中の光速を超えるとチェレンコフ光が発生する。この原理を応用すれば数 MeV–30 MeV のガンマ線を観測できる。

雷ガンマ線的一种である TGF(Terrestrial Gammaray Flash) は継続時間が数十 μ 秒程度の突発的な現象である。雷雲中の静電場により電子が加速され、約 0.1–30 MeV のガンマ線が発生するが、その電場の構造や加速機構は未だ解明されていない。雷ガンマ線は自然界における静電場加速の身近な例であり、その物理の理解は重要である。我々は加速電場の三次元位置と形状を同定するために、独自開発した指向性チェレンコフ検出器で観測を行なっている。TGF は極めて明るいため検出器はコンパクトである必要があり、我々の指向性チェレンコフ検出器は小さなアクリル棒の両端に光センサが取り付けられた簡素な構造である。アクリル中で発生したチェレンコフ光を光センサで読み出し、そのカウント数の比からガンマ線の到来方向を同定する。この装置を 4 台冬季金沢市に設置し、TGF の観測を行なったところ、2024 年 11 月 29 日と 12 月 8 日に世界で初めて下向き TGF の指向性観測に成功し、加速域が雷雲中の高度 1–2 km にあることを示した。また、加速電場が曲率を持っていることを示した。