

## 高高度雷放電と地球ガンマ線観測にむけた TARANIS 衛星搭載小型フィルタフォトメータの開発

### Development of small-size filter photometers aboard the TARANIS microsatellite for the observation of TLEs and TGFs

# 佐藤 光輝 [1]; 高橋 幸弘 [2]; 鈴木 睦 [3]; 牛尾 知雄 [4]; 足立 透 [5]; Blanc Elisabeth[6]; Farges Thomas[6]

# Mitsuteru Sato[1]; Yukihiro Takahashi[2]; Makoto Suzuki[3]; Tomoo Ushio[4]; Toru Adachi[5]; Elisabeth Blanc[6]; Thomas Farges[6]

[1] 理研; [2] 東北大・理・地球物理; [3] JAXA/ISAS; [4] 大阪大・工・情報通信; [5] 京大・RISH; [6] CEA

[1] RIKEN; [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [3] ISAS/JAXA; [4] Osaka Univ.; [5] RISH, Kyoto Univ.; [6] CEA

雷放電は、我々にとって最も身近な自然現象の1つであるにも関わらず、その放電メカニズムには未解明な問題が今なお多く残されている。一方、MicroLab-1 衛星搭載の OTD による観測や TRMM 衛星搭載の LIS による観測など、近年では宇宙空間からの雷観測が可能となり、雷放電の全地球的な発生頻度や分布が明らかになりつつある。1990年代には、雷雲地上間放電に伴い成層圏・中間圏・下部熱圏で発生する高高度雷放電現象（スプライト、エルプス、ブルージェット）が相次いで発見され、大気放電現象に関する研究が加速的に拡大している。

同時期の1994年には、地球起源のガンマ線放射が CGRO 衛星や RHESSI 衛星によって発見された。これまで自然界におけるガンマ線生成は太陽や遠い銀河の激しい天文学的現象にのみ伴うと考えられていたが、雷が自然界における加速器の役割を果たしているという科学的事実は非常に驚くべき発見であった。近年、この地球ガンマ線は高高度雷放電の発生過程で生じた逃走電子が、地球大気中で制動放射を受けることにより発生したと予測されているが、地球ガンマ線を発生させる雷放電の素過程や特徴・規模といったものは全く未解明の問題として残されている。地球ガンマ線の発生源とメカニズムに迫るためには、雷のどの放電プロセスと地球ガンマ線とが相関しているのかを検証することが本質である。さらに、地球ガンマ線の発生が高高度雷放電の発生とどのような関係にあるのかをつかむことも重要である。このためには、衛星からの雷放電撮像、電磁場観測、さらに地球ガンマ線観測を同時に行う必要がある。

これを実現するために、国内では東北大学が主導するスプライト観測衛星（SPITE-SAT）ミッションが進行しており、2008年度の打ち上げを目指し機器開発が進められている。一方、外国においては、フランスが主導して行っている TARANIS（Tool for the Analysis of RAdiations from lightNings and Sprites）小型衛星ミッションが進行している。このミッションの目的は、SPRITE-SAT と同じく、(1) 雷放電およびスプライトの水平構造観測によるスプライト生成メカニズムの解明、(2) 雷放電と地球ガンマ線の時間空間結合関係に基づく地球ガンマ線生成メカニズムの解明の2点である。質量150 kg級の小型衛星を高度650 kmの太陽同期極軌道に投入し、搭載する雷・地球ガンマ線観測器によって2011年から観測を開始する予定である。現在、概念設計段階のPhase-A研究が終了し、2007年中に詳細設計段階のPhase-B研究へ進行することが決定している。日本側は、FORMOSA-2 衛星搭載用のアレイフォトメータ開発の実績が高く評価され、ミッションへの参加を打診された。このため、大阪大学、東北大学、JAXA/宇宙科学研究本部、理化学研究所からなる開発チームを組織し、以下の3つの小型フィルタフォトメータを開発する。

(1) 窒素分子 2P バンドの (0,0) 輝線観測用狭帯域フォトメータ： $\lambda = 337 \pm 5\text{nm}$ , FOV=57°

(2) 窒素分子 1P バンドの (0,0) 輝線観測用狭帯域フォトメータ： $\lambda = 762.5 \pm 5\text{nm}$ , FOV=57°

(3) 窒素分子 2P バンドおよび窒素分子イオン 1N バンド観測用広帯域フォトメータ： $\lambda = 280\text{-}420\text{nm}$ , FOV=95°

このフォトメータを開発するうえで、ミッション要求を満たすためにいくつかの課題を克服する必要がある。具体的には、(A) 多波長での測光を可能にするフォトメータを開発しなければならない点、(B) TARANIS 衛星の全ての観測器に対するトリガー信号を生成するため、極めて高い動作安定性と信頼性を実現しなければならない点、(C) 超広視野であるにも関わらず光量が限られる狭帯域で測光し、十分な信号雑音比を確保しなければならない点、(D) 厳しい寸法・重量制限から小型軽量化を実現しなければならない点、などである。これらの課題を解決するために、現在、このフォトメータの概念設計と試作をすでに開始した。集光レンズには小型・軽量化を実現したテレセントリック屈折光学系を用い、検出器にはメタルパッケージ光電子増倍管（PMT）を用いる。800 V の高圧で PMT を駆動してゲインを  $5 \sim 7 \times 10^5$  程度とし、その出力信号を2段のアナログアンプによってさらに増幅する構成となっている。フィルタフォトメータの外形寸法は  $3\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm}$  であり、質量も約 700 g と小型・軽量化を実現する設計になっている。また、HV を搭載しているにもかかわらず、消費電力は 1.33 W を想定しており、低消費電力化を図った設計にしている。講演では、この試作器の初期性能評価試験結果について詳細に議論する予定である。