

平成 20 年 3 月 28 日

平成 19 年度「雷放電及びスプライトの高速光学観測 WG」活動報告書

代表者所属：東北大学 氏名：高橋幸弘

1. 構成メンバ

4. 研 究 組 織	No	氏名	所属・役職	住所・電話番号・E-mail
	1	たかはしゆ きひろ 高橋幸弘	東北大学・大学 院理学研究科・ 講師	〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3 Tel: 022-795-5775 E-mail: yukihiro@pat.geophys.tohoku.ac.jp
	2	さとうみつ てる 佐藤光輝	北海道大学・大 学院理学研究 院・講師	〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目 Tel: 011-706-2763 E-mail: msato@ep.sci.hokudai.ac.jp
	3	さかのいた けし 坂野井 健	東北大学・大学 院理学研究科・ 助教	〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3 Tel: 022 - 795 - 6609 E-mail: tsakanoi@pparc.geophys.tohoku.ac.jp
	4	すずきまこ と 鈴木 睦	宇宙航空研究開 発機構・宇宙科 学研究本部・主 幹研究員	〒229-8510 神奈川県相模原市由野台 3-1-1 Tel: 042 - 759 - 8575 E-mail: m-suzuki@isas.jaxa.jp
	5	うしおとも おお 牛尾知雄	大阪大学 大学 院工学研究科・ 准教授	〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 Tel: 06 - 6879 - 7733 E-mail: ushio@comm.eng.osaka-u.ac.jp

2. 本年度 WG 会合開催実績

- (1) 第 1 回：平成 19 年 10 月 20 日
- (2) 第 2 回：平成 19 年 12 月 28 日

3. 活動目的

18 年度終了の「宇宙環境利用に係る公募地上研究制度」の採択課題「雷放電及びスプライトの高速撮像観測」の継続として、ISS 搭載を意識した宇宙機搭載型の高速撮像及び測光装置の開発を行う。雷放電現象は集団的・統計的に扱った場合、大気活動を忠実に表現できる優れた指標になる。宇宙からの雷放電発光観測法を確立できれば、気象災害予測や環境理解において大きな貢献が期待できる。宇宙からの放電発光観測の有効性は OTD や TRMM/LIS で証明されたが、近い将来そうした観測が途切れる可能性がある。一方、雲地上間の雷放電に伴って起こるスプライトと呼ばれる中層大気放電現象が 1990 年に報告されたが、水平構造など基本構造の理解も不十分である。本研究では雷放電とスプライトなど TLE 発光を自律的に検知し、発光の水平情報を取得する高速カメラ・フォトメータの宇宙機搭載型モデルを試作、評価する。さらに、我々の提案と並行して検討が進む、ESA による ISS ミッション（ASIM）及びフランスの小型科学衛星 TARANIS のチームと交流を進め、国際的な視野に立った科学目標の整理・更新と、共同・協力観測戦略の検討を行う。

4. 活動内容

会合での議論内容や研究により得られた結果

公募地上研究「雷放電及びスプライトの高速撮像観測」では、CCD および CMOS センサーを用いた読み出し回路と、カメラ制御と画像処理機能を持った FPGA プログラムの

開発等を行いBBMをほぼ完成させた。具体的には、センサー搭載ボードをメーカーと共に開発し、それらの各センサーや主要電子部品について、熱サイクル、放射線、真空試験などの環境試験を実施し3年以上の宇宙環境での使用に耐えることを確認した。また、街明かりなどの強い背景光の中から、雷放電発光など過渡現象のみを高い確率（ほぼ100%）で自動的に検出、データ記録を行うソフトウェアを制作し、それを独自に開発したPCシミュレータを用いて性能確認することに成功した。

本研究ではこうした成果の上に、BBM製作で得たノウハウを活用して、実際に宇宙機に搭載する撮像装置（CCDカメラ、CMOSカメラ）を設計・製作し、各種環境試験と性能評価、試験観測を行った。さらに、高速測光とトリガー信号発生を目的としたフィルターフォトメータを試作し、性能評価等を行った。また、同様の目的のために検討が進められている、ESAのISSミッションASIM及びフランスの小型衛星シリーズMyriadのひとつであるTARANIS衛星のグループと会合を持ち、科学目標と今後の課題を整理した。H19年度に行われた具体的な作業を以下に示す。

4.1 観測器の開発

－ 小型大学衛星搭載 CMOS および CCD カメラの製作

ISS ミッションに搭載を検討している CMOS カメラは、まず東北大学が2008年度に打上げを予定している小型科学衛星 Sprite-Sat に搭載され、試験観測が実施される計画になっている。H19年度はそれらのFMが製作され、各種試験が行われた。

－ フォトメータのEM製作及び試験

ISS 搭載用のフォトメータは、TARANIS ミッションで日本が担当するものとほぼ同型である。H19年度はEMをメーカーと協力して設計・製作し、基本動作の確認と太陽光入力への耐用性などの性能評価を行った。

4.2 JEM-GLISM の要求仕様の決定と SRR 資料作成

科学目標の設定と、カメラ及びフォトメータの試作機製作、これまでの地上・宇宙観測の実績に基づき、雷放電観測を行うISS搭載の観測システムJEM-GLISMの仕様をまとめた。CMOSカメラ、

フォトメータ、グリズム分光器、VHF干渉計から構成され、
(1) 全地球規模の雷放電および高高度放電発光現象の時間空間分布の解明、
(2) 高高度放電発光現象の水平空間構造の解明、
(3) 高高度放電発光現象の近紫外域における発光スペクトルの解明、を目指す。さらにESAのASIMミッションとの協力により、
(4) 地球ガンマ線の発生起源の解明、も視野に入れる。

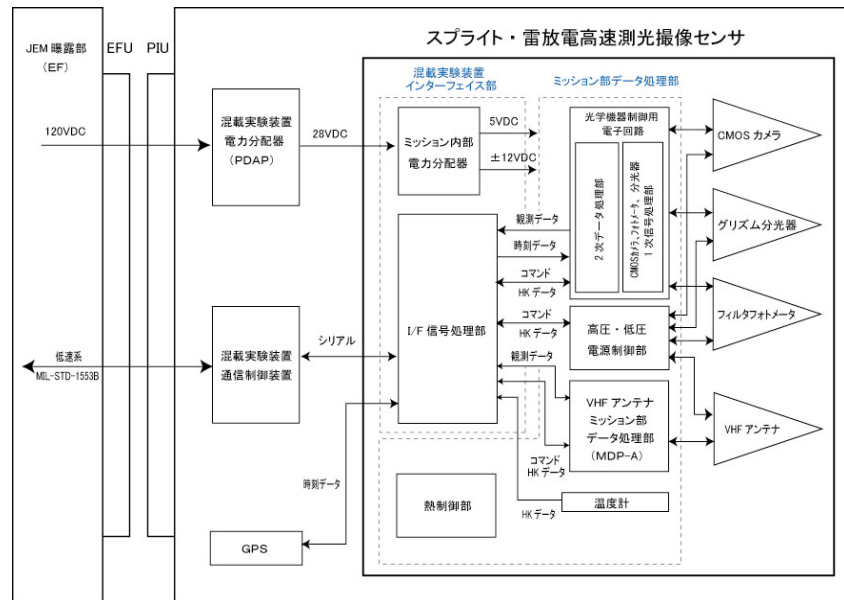


図. JEM-GLISMのシステムブロック図

4.3 国際ミーティング

2007/10/20(土)に、欧州側4名日本側14名でITT(International Topical Team)会合を開催した。欧州側からDrs. T. Neubert (ASIM PI), E. Blanc (ASIM Co-PI), ESAがASIM及びTARANISミッションについて説明を行い、日本側から対応する研究・地上観測・衛星計画(日本側ISSミッション、小型大学衛星ミッションなど)について説明し、

将来協力について議論を行った。

【ASIM ミッション】

ASIM (Atmospheric Space Interaction Monitor)は、Nadir/Limb のカメラ/フォトメータ/ガンマ線検出器により ISS/ESA-Columbus 曝露部において、雷雲における放電機構及びその大気への影響と気候との関連の研究を目的とした観測を 2011 年から行う予定の計画である。打ち上げ手段として、H-IIB/HTV が想定されている。これに加えて ASIM は主な科学目標として

- ・成層圏～中間圏における高々度電気放電 (SPRITE 等)
- ・大気重力波
- ・微量成分の生成と輸送
- ・高々度における雲の生成

等を含んでいる。ASIM は、更に Phase-B 段階での追加観測装置として：

- ・大気光観測の強化、Meteor 観測 (ASIM カメラへの機能追加)
- ・紫外可視 Limb 散乱分光計による微量成分の導出及び大気光の分光観測 (ASIM/SPICY, DLR)
- ・GPS 掩蔽観測による、気温鉛直分布、上部対流圏水蒸気量観測 (GRAS、ESA 量産済み)
- ・高速度雷イメージャ (NASA からの提供)

等が検討されており、ESA メンバー国からの予算措置を待っている状況にある。

【ITT 会議の結論】

(1) ASIM の科学研究対象および観測手法は、その組み合わせとして非常に画期的である。しかしながら日本の多くの既存・将来計画とも共通であり、かなりの分野では我が国が先行している。ISS を有効に利用するために、ASIM と関連する日本側研究グループ・衛星計画の間で、緊密かつ実効性の有る協力を直ちに行わなければならない。

(2) ISS 建設と異なり、ISS 利用での国際協力は不十分である。例えば我が国の SMILES 計画は ESA/EU において十分に認知されておらず、逆に ASIM について JAXA は十分に認識をしていなかった。この状況を改善するためが必要である。そのため双方の計画に対し研究者を会議参加させることが必要である。

(3) 上記項目 (2) を実現するために、双方の宇宙機関・政府に対し、現状を説明し研究者の会議参加のための予算措置を要求すべきである。

5. 成果

－ 学会発表

M. Sato et al., Development of the sprite and lightning imaging system onboard the SPRITE-SAT, AGU meeting, San Francisco, 2007.

高橋幸弘、他、大学小型科学衛星 SPRITE-SAT によるスプライト及び地球ガンマ線の観測、地球電磁気・地球惑星圏学会、名古屋大学、2007.

－ 宇宙科学研究本部・理学委員会に JEM-GLISM ワーキンググループ設置が承認される。

－ JEM-GLISM の SRR 資料作成および SRR の実施される。

－ 科学研究費補助金・特別推進研究「マイクロサテライト・地上観測連携による高々度放電発光と地球ガンマ線現象の解明（代表：高橋）」が採択。（大学衛星搭載機器（CMOS、CCD カメラ）の開発・製作に使用。）

－ 科学研究費補助金への応募

若手 A 「TARANIS 衛星搭載超小型フォトメータの開発（代表：佐藤）」