

国際宇宙ステーションからの VHF 帯電磁波による雷放電観測と光学観測の同期観測結果 Simultaneous observations of VHF waves and optical emissions for lightning from the International Space Station

菊池 博史^{1*}; 森本 健志²; 牛尾 知雄¹; 佐藤 光輝³; 山崎 敦⁴; 鈴木 睦⁴
KIKUCHI, Hiroshi^{1*}; MORIMOTO, Takeshi²; USHIO, Tomoo¹; SATO, Mitsuteru³; YAMAZAKI, Atsushi⁴; SUZUKI, Makoto⁴

¹ 大阪大学, ² 近畿大学, ³ 北海道大学, ⁴ 宇宙航空研究開発機構

¹Osaka University, ²Kinki University, ³Hokkaido University, ⁴Japan Aerospace eXploration Agency

雷放電を全球的に観測することはグローバルサーキットの理解を深める点において非常に重要であると考えている。これまで可視光を用いた雷放電観測が主に行われてきたが、これは主に対地放電を対象とした観測であった。先行研究において、対地放電は全ての雷放電活動の 10 分の 1 程度と言われ、残りは雲放電であるとされる。これらの雷放電における諸過程を観測するために、我々の研究グループでは、独自に開発した VHF 帯広帯域デジタル干渉計(干渉計)を宇宙で利用することを目的としている。現在、干渉計は雷放電の地上電磁波観測において実績を上げている。

我々は、2012 年から宇宙ステーションからの雷観測を行う JEM (Japanese experiment module) - GLIMS (Global lightning and sprite measurements) ミッションを実施している。本ミッションは、宇宙ステーションに取り付けられた、2 種類の光学観測機器(観測波長の異なる 2 台の CMOS camera と 6 台の Photometer) と 2 種類の電磁波観測機器(VHF 干渉計と VLF センサー)を用いて、高高度発光現象を観測することを目的としている。その中でも VHF 干渉計(VHF broadband digital interferometer; VITF)は 2 台の VHF アンテナと、A 系・B 系と呼ばれる 2 系統分の帯域通過フィルタ・増幅器・A/D 変換機を一体化した 1 台のエレクトロニクス部で構成される。VITF の諸元を表 1 に示す。記録される波形データは、前 128 サンプル(640nsec) 後 384 サンプル(1920nsec) の約 $2.5 \mu \text{sec}$ の時間間隔で記録される。この $2.5 \mu \text{sec}$ の電磁波形を最大 130 波形記録することができる。2 系統の受信機を本論文では便宜上、A 系と B 系と呼ぶ。それぞれのアンテナは 1.6m のアンテナ間隔で宇宙ステーション日本実験棟曝露部に搭載されている。宇宙ステーションの高度は約 410km で、約 1 時間半で地球を一周する。

本稿では、JEM-GLIMS ミッションについての概要を示す。さらに VITF のよって得られた観測結果を示し、同期観測によつて得られた光学観測機器との比較を行う。特に CMOS camera によつて得られた、雷放電位置の情報と、VITF の電磁波源到来方向推定結果との比較を行う。更に、光学観測機器の中でも時間分解能の高い(数十 μs) Photometer と VITF で観測された VHF 帯電磁波の放射頻度の比較を行う。この 2 つの比較から、VHF 帯電磁波の放射源に対する空間的・時間的な考察を行う。

キーワード: 雷放電, 電磁波伝搬, VHF 帯電磁波

Keywords: lightning, radio wave propagation, VHF waves