

JEM-GLIMS による雷・TLE の天底観測：検出手法の確立

足立 透 [1]; 佐藤 光輝 [2]; 牛尾 知雄 [3]; 山崎 敦 [4]; 鈴木 睦 [5]; 菊池 雅行 [6]; 高橋 幸弘 [7]; Inan Umran[8]; Linscott Ivan[9]; 芳原 容英 [10]

[1] 早大・高等研; [2] 北大・理; [3] 大阪大; [4] JAXA・宇宙研; [5] JAXA・宇宙研; [6] 極地研; [7] 北大・理・宇宙; [8] スタンフォード大; [9] スタンフォード; [10] 電通大

Nadir Observation of Lightning and TLEs by JEM-GLIMS: Detection Method

Toru Adachi[1]; Mitsuteru SATO[2]; Tomoo Ushio[3]; Atsushi Yamazaki[4]; Makoto Suzuki[5]; Masayuki Kikuchi[6]; Yukihiro Takahashi[7]; Umran Inan[8]; Ivan Linscott[9]; Yasuhide Hobara[10]

[1] WIAS, Waseda Univ.; [2] Hokkaido Univ.; [3] Osaka Univ.; [4] ISAS/JAXA; [5] ISAS, JAXA; [6] NIPR; [7] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [8] Stanford Univ.; [9] Stanford Univ.; [10] UEC

A scientific payload named JEM-GLIMS aboard the International Space Station (ISS) is aimed at observing lightning and Transient Luminous Events (TLEs) globally. Keeping its field-of-view toward the nadir direction, GLIMS clarifies the horizontal structures of lightning and TLEs, which is a crucial issue to understand the electrodynamic coupling between the troposphere and ionosphere. A difficult point, however, is that careful analyses are necessary to separate the emissions of lightning and TLEs which spatially overlap along the line-of-sights in the case of nadir observation.

In this study, we analyze the multi-wavelength optical data obtained by GLIMS to identify lightning and TLEs. The main data analyzed are those of imager (LSI) and spectrophotometer (PH). LSI consists of two cameras equipped with a broadband red filter and a narrowband 762-nm filter, respectively, and obtains imagery at a spatial resolution of 400 m/pixel on the ground surface. PH detects time-resolved emission intensity at a sampling rate of 20 kHz by six photometer channels measuring at 150-280, 337, 762, 600-900, 316 and 392 nm, respectively.

During a period between November 2012 and June 2013, GLIMS observed 815 lightning and/or TLE events, and in 494 of them, both LSI and PH data showed clear signals above the noise level. As the first step, we carried out case study using an event observed at 09:50:47UT on Jan 29 2013 which did not cause strong saturation on the LSI and PH data. The estimated peak irradiance was $1.38 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ at 600-900 nm, which is equivalent to the top 10 % bright lightning events observed by FORTE satellite in the past. This finding suggests that GLIMS selectively observes the most optically-powerful events. The peak irradiance was estimated also for the other PH channels. At all visible channels other than a far ultra violet (FUV) channel, the peak irradiance was estimated to be in good agreement with the atmospheric transmittance curve calculated between 10 km and ISS altitude. We therefore primarily attribute the visible emissions of this event to lightning discharge occurring in the troposphere. Interestingly, GLIMS also detected the FUV emission which is significantly stronger than that expected for tropospheric lightning. This finding suggests that TLE also occurred at higher altitudes where the FUV emission is not affected by atmospheric attenuation.

As such, it is clear that GLIMS is able to discriminate optical emissions of lightning and TLEs occurring in the nadir direction. In the conference, we will examine the identification technique in details and, by applying it to all the events, will discuss the validity and limitation.

国際宇宙ステーションに搭載された JEM-GLIMS は、雷放電とその上空に発生する超高層放電 (TLE) をグローバルに捕える観測装置である。GLIMS はナディアを指向しながら光学・電波観測を行うため、これまで明らかにされていなかった雷と TLE の水平空間構造や、両者の水平位置関係を捕えることを初めて可能とする。しかしながら、ナディア観測のジオメトリでは雷と TLE の発光が視線上に重なるため、両者の分別には複数の波長帯における撮像・測光データの詳細解析が必要となる。

そこで本研究では、GLIMS によって観測された多波長光学データを解析し、雷および TLE の同定を目指す。解析に用いるデータは、2 波長を同時観測するイメージャ (LSI) と 6 波長のフォトメータ (PH) である。LSI の観測波長は狭帯域の 762-nm と広帯域の 740-830 nm であり、雷や TLE の構造を水平 300-400 m の空間分解能で詳細に捕える。一方で、PH の観測波長は 150-280, 337, 762, 600-900, 316, 392 nm であり、各発光の時間変動を 20 kHz のサンプリング周波数で高速に捕える。これらの時空間・波長において分解された光学データの解析によって、雷放電と TLE を同定し、その性質を明らかにする。

2012 年 11 月から 2013 年 5 月の期間に 815 例の放電発光が観測され、そのうち 494 例では LSI 及び PH とともに明瞭なシグナルが確認された。本研究では初めに、強いサチュレーションが発生しなかった 2013 年 1 月 29 日 09:50:47UT のイベントに注目してケーススタディを実施した。まず発光強度ピークの絶対値を推定したところ、600-900 nm の広帯域における放射照度が $1.38 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ と見積られた。この推定値は、過去の FORTE 衛星で観測された雷イベント群と比べて上位 10% 以内に入る高い値であり、GLIMS がとりわけ明るい雷を選択的に検出していることが明らかになった。次に、発光強度のピーク値を波長間で比較解析した。波長 392 nm のシグナルを基準として各波長の相対強度を導出したところ、遠紫外線 (150-280 nm) を除いた可視のシグナルについては、対流圏から国際宇宙ステーションに至る経路での大気透過率曲線に従った強度となることが明らかになり、検出された発光の主要因が雷放電であると結論付けられた。その一方で、対流圏からの透過率が著しく低い遠紫外線についても、十分な強度の発光が検出されていることから、雷に加えて大気圏上部における TLE も併せて発生したことが示唆された。

多波長光学データのイベント解析を通して、GLIMS がナディア方向に発生する雷と TLE を分離して検出可能であることが示された。講演では、現象の同定手法をさらに吟味するとともに、複数のイベントに適用することによって、手法の適用範囲とその限界について議論する。