

R006-13

B会場：11/26 PM3 (16:40-18:25)

18:10~18:25:00

あらせ衛星・DMSP衛星観測データを用いたコーラス波動由来の降下電子と低軌道衛星の表面帯電に関するイベント解析

#荒木 大智¹⁾, 寺本 万里子¹⁾, 升野 颯人¹⁾, 笠原 禎也²⁾, 熊本 篤志³⁾, 土屋 史紀³⁾, 松田 昇也²⁾, 笠原 慧⁴⁾, 風間 洋一⁵⁾, 松岡 彩子⁶⁾, 堀 智昭⁷⁾, 新堀 淳樹⁷⁾, 山本 和弘⁷⁾, 三好 由純⁷⁾, 篠原 育⁸⁾, 奥村 哲平⁸⁾, 古賀 清一⁸⁾, 岡本 博之⁸⁾, 北村 健太郎¹⁾

⁽¹⁾ 九工大, ⁽²⁾ 金沢大学, ⁽³⁾ 東北大学, ⁽⁴⁾ 東京大学, ⁽⁵⁾ 中央研究院, ⁽⁶⁾ 京都大学, ⁽⁷⁾ 名古屋大学, ⁽⁸⁾ 宇宙航空研究開発機構

Event Analysis of Chorus-Wave-Induced Electrons with LEO Satellite Surface Charging Using Arase and DMSP Satellite Data

#Daichi Araki¹⁾, Mariko TERAMOTO¹⁾, Hayato MASUNO¹⁾, Yoshiya KASAHARA²⁾, Atsushi KUMAMOTO³⁾, Fuminori TSUCHIYA³⁾, Shoya MATSUDA²⁾, Satoshi KASAHARA⁴⁾, Yoichi KAZAMA⁵⁾, Ayako MATSUOKA⁶⁾, Tomoaki HORI⁷⁾, Atsuki SHINBORI⁷⁾, Kazuhiro YAMAMOTO⁷⁾, Yoshizumi MIYOSHI⁷⁾, Iku SHINOHARA⁸⁾, TEPPEI OKUMURA⁸⁾, KIYOKAZU KOGA⁸⁾, HIROYUKI OKAMOTO⁸⁾, Kentaro KITAMURA¹⁾

⁽¹⁾Kyushu Institute of Technology, ⁽²⁾Kanazawa University, ⁽³⁾Tohoku University, ⁽⁴⁾Tokyo University, ⁽⁵⁾Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics, Taiwan, ⁽⁶⁾Kyoto University, ⁽⁷⁾Nagoya University, ⁽⁸⁾JAXA

Satellites operating in space can experience surface charging depending on the surrounding plasma environment (e.g., Gussenhoven et al., 1985). Electrostatic Discharge (ESD) caused by surface charging can seriously affect satellite operations, such as by damaging solar panels. Therefore, assessing and preventing risks due to charging and discharging is an important issue for the safe operation of satellites, and future realization of satellite surface charging prediction is anticipated. Previous studies (Gussenhoven et al., 1985; Frooninckx and Sojka, 1992; Anderson, 2012) have confirmed that surface charging mainly occurs in the premidnight region, caused by high-energy precipitating electrons that also drive discrete aurora in the same region. On the other hand, recent studies have confirmed that surface charging also occurs, albeit rarely, in the morning region (e.g., Xuejie et al., 2017), where the regions do not overlap with discrete aurora. Therefore, this study focuses on surface charging of low-altitude satellites during diffuse aurora in the morning region.

To detect surface charging events of low-Earth orbit (LEO) satellites, plasma observation data from the DMSP F16 satellite are used. On May 06, 2022, from 17:31:21 to 17:31:44UT, surface charging occurred on the DMSP F16 satellite, where electron fluxes increased in the 1 – 20 keV energy range, showing characteristics of diffuse aurora. At this time, the Arase satellite, which was located about 1 hour in magnetic local time (MLT) away from DMSP F16, observed chorus waves in the magnetosphere. The resonant electron energy at the magnetic equator when chorus waves were observed was estimated to be 8.874 – 26.93 keV. These electrons are consistent with the diffuse auroral electrons that caused surface charging of the satellite. From this, a scenario can be considered in which high-energy electrons, pitch-angles scattered by chorus waves, precipitate from the magnetosphere into the ionosphere along magnetic field lines, and when a low-Earth orbit satellite passes through the precipitation region, surface charging occurs. These results suggest that chorus waves excited in the morning magnetosphere may contribute to the occurrence of surface charging on low-Earth orbit satellites.

宇宙空間を飛行する人工衛星は、周辺のプラズマ環境に応じて表面帯電が起こることがある (e.g., Gussenhoven et al., 1985)。表面帯電によって引き起こされる静電放電：ESD(Electro Static Discharge) は、太陽電池の損傷のように衛星運用に深刻な影響を与える可能性がある。そのため、人工衛星を安全に運用する上で、帯電・放電によるリスクとそれを未然に防ぐことは重要な課題であり、将来的な衛星表面帯電予測の実現が期待される。これまでの研究 (Gussenhoven et al., 1985; Frooninckx and Sojka, 1992; Anderson, 2012;) において、表面帯電は主に夜側領域で発生することが確認されており、これらは同じく夜側領域で発生するディスクリットオーロラを駆動する高エネルギー降下電子が原因である。一方で近年、朝側領域においても表面帯電が少数発生することが確認されており (e.g., Xuejie et al., 2017)、これらはディスクリットオーロラの発生領域と重ならない。そこで本研究は、朝側領域のディフューズオーロラ時の低高度衛星の表面帯電に着目した。

低軌道衛星の表面帯電イベントを検出するために、DMSP衛星F16のプラズマ観測データを用いている。2022/05/06 17:31:21~17:31:44 において、DMSP衛星F16で表面帯電が発生し、電子のフラックスは1 keV~20 keVのエネルギー帯で増加しておりディフューズオーロラの特徴を示していた。このとき、DMSP衛星からMLT~1 h程度離れていたあらせ衛星は、磁気圏でコーラス波動を観測していた。コーラス波動が観測された際の磁気赤道における共鳴電子エネルギーを推定した結果、8.874~26.93 keVであった。これらの電子は、衛星の表面帯電の原因となったディフューズオーロラ電子と一致している。これらより、コーラス波動のピッチ角散乱によって高エネルギー電子が磁力線沿いに磁気圏から電離圏へ降り込むとき、その降り込み先を低軌道衛星が通過することで表面帯電が発生するシナリオが考えられる。以上の結果は、朝側磁気圏に励起されたコーラス波動が、低軌道衛星の表面帯電の発生に寄与する可能性を示している。