

R010-27

Zoom meeting C : 11/4 PM1 (13:45-15:30)

14:45~15:00

静止軌道衛星の放射線帯電子に対する内部帯放電リスクの検証

#齊藤 慎司¹⁾, 長妻 努¹⁾, 坂口 歌織¹⁾

⁽¹⁾ 情報通信研究機構

Verification of internal charging/discharging risk of radiation belt electrons on spacecraft in geostationary orbit

#Shinji Saito¹⁾, Tsutomu Nagatsuma¹⁾, Kaori Sakaguchi¹⁾

⁽¹⁾NICT

Highly energetic electrons with energies from several tens keV to MeV, referred as electron radiation belts, are quasi-permanently trapped in the magnetosphere. It is well known that co-rotational interaction region (CIR) associated with fast solar winds and coronal mass ejection (CME) causes the electron flux enhancement/depletion in hours to days. These energetic electrons induce internal charging by accumulating in spacecraft materials. The discharge occurs by reaching at a threshold value of the electric field associated with the charge accumulation, which causes the degradation of materials and influences on electronic equipment by electromagnetic emission from the discharge. In order to grasp the risk of damage due to the discharge, it is necessary to directly observe the charge accumulation or to utilize an internal charging model using actual observation data.

In this study, we develop an internal charging model, which is modeled by an equivalent circuit of a resistor (R) and a capacitor (C), to verify the discharge risk in the spacecraft dielectric materials. We apply electron flux data obtained from GOES satellite in solar cycles 23 and 24 to the RC charging model and find that the charge accumulation in the materials becomes faster during the decline phase of solar cycles than other solar phase. By assuming a threshold level of the accumulation triggering the discharge, we found that the discharge risk by the internal charging in solar cycle 24 was higher than cycle 23. This corresponds to a period when Himawari, a meteorological satellite currently in operation, had several problems. In this presentation, we report the verification of charge/discharge risk of spacecraft in the geocynchronous orbit using actual long-term observation data.

地球磁気圏には数十 keV から数 MeV に至る高エネルギー電子が捕捉されている。高エネルギー電子のフラックス量は、高速太陽風に伴う共回転領域 (CIR) や太陽コロナ質量放出 (CME) によるじょう乱に伴い数時間から数日の時間で数桁のフラックスの変動が生じることが知られている。これら高エネルギー電子は衛星材料へ侵入/蓄積することで内部帯電を引き起こす。電荷蓄積によって電界強度がしきい値に達し放電が発生すると、放電による材料の劣化や電磁放射による周辺電子機器への影響によって人工衛星の不具合や致命的な障害を引き起こす可能性がある。内部帯電による障害リスクを把握するためには、帯電状況を直接観測するか、実際の観測データをもとにした帯電モデルが必要となる。

本研究では、衛星材料を抵抗 (R) とコンデンサ (C) の等価回路でモデル化した RC 帯電モデルへ GOES 観測による長期データ (第 23、24 太陽活動周期) を適用し、衛星絶縁材料内部の帯放電リスクの検証を行った。帯電量はそれぞれの太陽活動の下降期で増加し、第 23 太陽活動周期より 24 太陽活動周期の下降期の方が多く帯電する傾向があることが確認された。また、発生する電界による放電しきい値を仮定し放電頻度を検証すると、第 24 太陽活動周期下降期には放電頻度が大きく増加することがわかった。これは現在運用中の気象衛星ひまわりが複数回の不具合を起こしている時期と一致する。本発表では人工衛星に用いられる複数の材料に対して、実際の観測データを適用することで帯放電リスクの検証を行い、その検証結果を報告する。