

## 宇宙プラズマ環境観測データの衛星帯電解析への応用

## Application of space plasma measurement data to spacecraft charging analysis

# 趙孟佑 [1]  
# Mengu Cho[1]

[1] 九工大  
[1] KIT

<http://laseine.ele.kyutech.ac.jp>

最近の宇宙利用の動向として、衛星の大型化に伴うバス電圧の高電圧化がある。現在の商用衛星では 10kW を超す電力が主流になっており、太陽電池パネルの発電・送電電圧も 100V が多く使われている。また低地球軌道の地球観測衛星においても、「だいち」のような大型衛星が使われている。これら大電力・高電圧衛星では、宇宙プラズマによる帯電による事故が絶えない。多くの静止軌道商用衛星が太陽電池パネルでの持続放電と呼ばれる太陽電池アレイ回路の放電短絡事故により発生電力の一部を喪失するという事故に見舞われており、また 2003 年 10 月の「みどり 2 号」では太陽電池パドルブームでのケーブル間の短絡により衛星機能の全損という事態に陥った。これらの放電事故の引きがねとなるのは、衛星表面の絶縁材の帯電であるが、衛星帯電電位を決定するのは、周辺宇宙プラズマ環境・衛星表面材料・衛星形状等である。これらの要素を考慮して、衛星の設計段階から軌道上での帯電障害を明らかにできるような帯電解析ツールの開発が日米欧で進められている。

日本においては JAXA と九州工業大学を中心として汎用衛星帯電設計ツール (MUSCAT) を開発中であるが、その際の重要な作業として衛星軌道上の宇宙プラズマ環境データベースの整備がある。衛星帯電の解析において重要なアウトプットは金属でできた衛星構造体 (衛星内各種回路の接地点として働く) と周辺プラズマとの間の電位差、及び衛星構造体と衛星表面の絶縁体との間の電位差である。これらの電位差は宇宙プラズマの環境 (主に密度と温度) が変化すれば当然変化する。特に静止軌道や極軌道においては、通常の静穏時には衛星帯電は問題となるレベルではなく、磁気圏嵐やオーロラ等が発生した特殊な状態においてのみ深刻な衛星帯電が起きる。

衛星帯電とそれに起因する放電現象に対処するために様々な対策が取られているが、それらの対策は運用期間中のごく限られた期間しか衛星帯電が起きないことを前提として設計・試験が行われる。そこで運用期間のどれくらいが衛星帯電に見舞われるかを設計段階で的確に見積もることが重要となる。

衛星帯電解析ツールは与えられた宇宙プラズマ環境に対して衛星各部の電位を算出するが、衛星帯電を引き起こすプラズマ環境パラメータの組み合わせを特定して、それらがどれくらいの確率で出現するのかを知ることで、衛星帯電の時間を見積もることが可能になる。我々は現在までに、米国 Los Alamos National Laboratory が運用している LANL 衛星で計測されている静止軌道プラズマデータを統計処理し、衛星帯電解析ソフト NASCAP/GEO による解析と組み合わせ、高速インターネット中継衛星 (WINDS、2007 年打ち上げ) においては運用期間 5 年間の内に、放電の危険性をもつ帯電状態になる時間が総計で 12 時間程度であることを明らかにした。現在、MUSCAT の開発にあわせて、同種の統計解析作業を極軌道プラズマ環境について行っている。解析に使用している衛星観測データは DMSP の SSJ/4 であり、30eV から 30keV の降下電子について、それらの密度・平均エネルギー・電流密度の統計解析を行っている。本稿ではそれらの統計解析の結果について報告すると共に、宇宙プラズマ観測やモデリングが衛星帯電解析とどのような連携を取れるかについて提案する。