

宇宙材料の帯電物性変化を考慮した帯電解析

九州工業大学 電気電子工学科 電気工学コース 学部4年 片岡正樹

1.研究背景及び目的

人工衛星が宇宙で活動するにあたって懸念しなければならないことは放電現象である。放電現象は人工衛星本体と衛星表面に設置された材料との間に電位差によって発生する。また、宇宙空間は私たちが住む地上とは違い、高エネルギー電子や紫外線など様々な要因が存在する。これらの環境によって人工衛星の表面材料は劣化し続けていく。

これまでの研究では、表面材料の様々な環境劣化サンプルの物性値を取得してきた。本研究では、それらのデータを解析ツールに入力しシミュレーションすることで、放電現象の原因である表面電位の変化を材料劣化別で取得することを目的としている。

2.解析ツール "MUSCAT"

本研究で用いる帯電解析ツール、通称"MUSCAT(Multi-Utility Spacecraft Charging Analysis Tool)"は JAXA と九州工業大学が連携して作成された。解析するには、材料の"二次電子放出係数"、"光電子放出係数"、"抵抗値"などの帯電物性値を入力する必要がある。その他にも、プラズマ密度や太陽光の向き、磁力線などの宇宙環境に関する設定も必要になる。

3.解析条件

解析モデルは計算の簡略化のため 3m の立方体を作成した。解析材料は 2 面、その他はアルミニウムを設置した。また、太陽光による影響を調べるために解析材料の太陽光による受光・非受光の比較を行った。解析モデルを以下に示す。

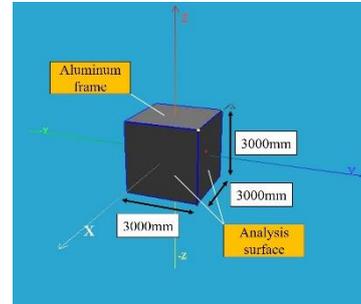


図1 解析モデル

4.解析材料

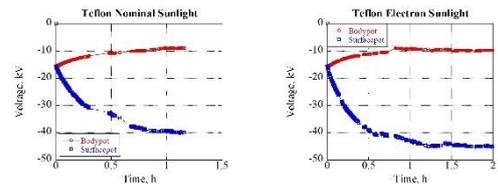
今回使用した材料は

- CMG100AR®
- Teflon®
- Kapton®
- Black Kapton®

の4種類である。CMG100AR®は太陽光パネルを覆うカバーガラスであり、その他3つの材料は熱制御材として人工衛星に利用されている。これら4つを電子線劣化または陽子線劣化された材料の物性値を使用して解析を行った。

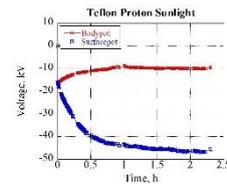
5.解析結果

解析結果の一部として Teflon®の表面電位の推移を以下に示す。



(a)受光・劣化なし

(b)受光・電子線劣化



(c)受光・陽子線劣化

図2 Teflon®の解析結果

6.結論及び今後の計画

帯電解析ツール MUSCAT により、表面材料の劣化前後における表面電位の変化を調べることができた。結果より、基本的に劣化すると材料表面の電位は下がり、放電が発生するリスクは高まる結果となった。今後の計画としては、解析する材料と劣化の種類を増やすとともに、どの物性値の変化が表面電位にどの程度影響を与えるか調べる。