

環境計測技術グループにおけるプロジェクト協力

Project support works in the expert group for space environment engineering

総合技術研究本部 環境計測技術グループ

Expert group for space environment engineering

木本雄吾、松本晴久、古賀清一、越石葵樹、上野賢一郎、五家達夫

Y. Kimoto, H. Matsumoto, K. Koga, H. Koshiishi, M. Nakamura, K. Ueno, T. Goka

Abstract

Damage and errors caused by high-energy particles in space have been of prime concern for use of modern electronics in space application. We have researched and developed space environment monitors for spacecraft and analyzed the data. We support the satellite operation by using these measurement data and provide information on critical space environment condition. In addition, we support to figure out the satellite anomaly. In this report, we present the test result of a solar battery coupon panel charge and discharge for ALOS mission.

1. はじめに

環境計測技術グループでは人工衛星の故障や障害及び宇宙飛行士に有害な影響を与える高エネルギー放射線等の宇宙環境とその影響を計測する装置の研究・開発を行っている。これらの計測データを用い、衛星不具合現象の解明、宇宙環境の変動に伴う衛星運用上の注意、警報等の情報発信など、衛星の運用支援に関するプロジェクト協力行っている。また、人工衛星設計段階において、人工衛星に影響を与える宇宙環境を予測モデルを用いて計算、設計値を設定するなどのプロジェクト協力行っている。

2. プロジェクト協力の概要

- (1) ALOS 太陽電池パドルダイオードボード帯電内部帯電評価試験
 - (2) SOHLA1 号搭載用放射線計測装置の開発支援
 - (3) SELENE 軌道変更及び打上げ時期見直しを反映した放射線解析（トータルドーズ）の再評価
 - (4) OICETS 軌道変更及び打上げ時期見直しを反映した、デブリ、プラズマ、地球磁場、中性大気密度および原子状酸素フルエンスの計算
 - (5) 宇宙環境レベル変化に対する OCIES 及び ALOS 運用支援方法の調整
- これらのプロジェクト協力項目の内、特に（1）について報告する。

3. 成果概要

- (1) ALOS 太陽電池パドルダイオードボード帯電内部帯電評価試験

ALOS 太陽電池パドルのダイオードボードは、パドル裏面に実装されている。衛星が極域を通過する際のダイオードボードにおける帯電・放電の可能性が、ADEOS-II 運用異常の反映として認識され、これまで評価がなされてきた。ダイオードボードはポリイミドフィルムで覆う予定であるが、その帯電・放電耐性の評価は試験によって行うしか方法はない。これまでの帯電・放電の評価試験は、九州工業大学においてプラズマ環境とエネルギー10KeV以下の電子ビーム環境で行ってきた。しかし、ポリイミドフィルムを通過した電子によるダイオードボード表面、即ちポリイミドフィルム内部の帯電計測は設備

上の制約でできなかった。本グループは研究開発棟宇宙環境計測実験室に電子・陽子線を照射できる宇宙環境計測研究設備を保有し、宇宙環境計測モニタ等の校正・実験を行ってきた。昨年度環境計測技術グループではみどり 2 号の運用異常の原因究明の一環として、ハーネス部 MLI の帯電検証試験を実施した。本試験は昨年度の実績を踏まえ、ALOS 太陽電池パドルのダイオードボード内部帯電を評価するもので、ALOS プロジェクトグループからの依頼により実施した。

宇宙環境計測研究設備において、真空チャンバ内で電子線を照射し、フィルムで覆った状態を模擬したダイオードボード表面の帯電電位を計測した。

- ・ 供試体：(1) ダイオードボード ((a)ダイオードなし、基板のみ、(b)ダイオード実装)
(2) ポリイミドフィルム ((a)膜厚 25 μ m、(b)膜厚 50 μ m)
- ・ 照射パラメータ：エネルギー (10、20、30、35、40、45、50KeV ; 7 条件)
：フラックス (みどり 2 号運用異常発生時と同程度)
：照射時間 20 分 (極域通過時間)
- ・ 測定項目：ダイオードボード表面およびヒートシンクの帯電電位および時系列変化
：電流、電圧プローブでパルスモニタ (SAS 電源使用時のみ)
- ・ 照射試験内容
 - (1) 膜厚 25 μ m、ダイオードボード (ダイオードなし、基板のみ)
 - (2) 膜厚 50 μ m、ダイオードボード (ダイオードなし、基板のみ)
 - (3) 膜厚 25 μ m、ダイオードボード (ダイオード実装)
 - (4) 膜厚 25 μ m、ダイオードボード (ダイオード実装)、SAS 電源で電圧印可、供試体温度 110、120、130、140 $^{\circ}$ C
 - (5) 膜厚 25 μ m、ダイオードボード (ダイオード実装)、供試体温度 70、110 $^{\circ}$ C

結果、ダイオードなし、基板のみの場合、照射できるビームエネルギーの範囲では、膜厚 50 μ m より膜厚 25 μ m の方が帯電電位の大きい傾向があった。ヒートシンクの電位はほぼ 0V に安定していたが、サンプル表面の材料により電位の分布があった。明らかな放電、持続放電は確認できなかったが、ダイオードおよび基板表面の帯電はなかなか緩和しなかった。基板温度による帯電電位の差はほとんどなかった。ただし、緩和傾向は温度が高くなると大きかった。

今後の課題としては、照射後、RI マニピレータで供試体を帯電センサプローブ位置まで移動して、帯電電位を計測したが、RI マニピレータは手動であるために、位置の精度は悪い。また供試体表面側が見えるポートがないために、表面の状態がモニタできない。よって光学的に放電をモニタすることができなかった。みどり 2 号の運用異常の反映として、今後の衛星プロジェクトに関係する帯電評価試験及び解析が増加すると予想されるが、帯電評価試験を前提とした試験設備及び解析ソフトの整備が必要である。

4. まとめ

本試験において、ALOS 太陽電池パドルのダイオードボード内部帯電を評価することができた。結果については、熱設計等他の解析結果と共にシステム側で総合的に評価され、太陽電池パドルの改修に生かされる。