

1 序論

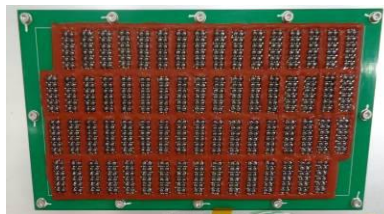
宇宙機開発において、コスト低減のために 1 つの宇宙機で多くのミッションを行う、または多数の機器を搭載する傾向があり、大型化・大電力化がなされている。大電力化をするためには電力ロスをできるだけ低減するために発電電圧を高圧化の必要があるが、その結果として太陽電池などの電源系統で放電事故が確認されている。

現在までに運用された宇宙機の中で最も発電電圧の大きな宇宙機は 160V 発電、100kW 級の ISS である。さらに大きな 1MW 級の宇宙機になると 300V の発電電圧が必要になる。しかし、ISS の発電電圧はまさに放電が起きないように設定された最大電圧であるため、今後の大型宇宙システムの開発には高電圧技術が必須となる。

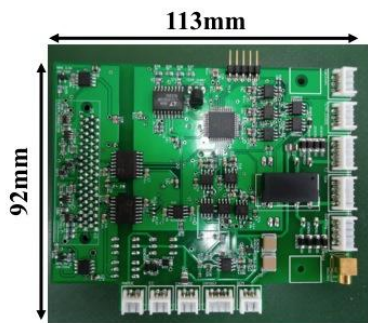
このような背景を受けて、衛星の発電電圧の高圧化を推進するために鳳龍式号のミッションとして、軌道上での 300V 発電により発電電圧世界一を達成することとした。また、高電圧発電により意図的に放電環境を作り、放電抑制型の太陽電池アレイ技術の軌道上実証を行う。

2 ミッションペイロード

図 1 にペイロードである高電圧発電アレイと電子回路基板を示す。高電圧発電アレイは軌道上で安定して発電できるように設計されている。また、電子回路基板は安全のために絶縁素子で電力、信号が送られており、ミッション用 CPU で制御、放電検出、センサ取得が行われる。この基板は非常に小型軽量であり、素子は全て民生用部品で構成されており、安価・短期間に入手可能である。



高電圧発電アレイ



ペイロード電子回路基板
図 1 ミッションペイロード

3 放電試験(地上試験)

ペイロードのプロトタイプが宇宙のプラズマ環境で実際に正常に動作することを検証する試験を地上で行った。この試験は以下の 7 つの検証項目がある。

①発電電圧が測定できる

②電位が十分負に沈み(放電環境がつけられている)、また電位を測定できる

③衛星内部で放電しない

④バス系に影響を与えない

⑤高電圧発電アレイ及び TJ アレイで放電検出できる

⑥放電による誤動作から CPU がリカバリできる

⑦フィルムとコーティングにおいて放電抑制効果がある

この試験において、以上 7 項目を見たず結果が得られたことから、ペイロードは適切に設計されていると判断した。図 2 は放電試験においてペイロードの CPU が得た試験データをグラフにしたものである。

また、フライトモデルの放電試験において、試験一連のリハーサルを行い、軌道上で得られると予測される試験データの蓄積をすることで本番の試験に備えている。

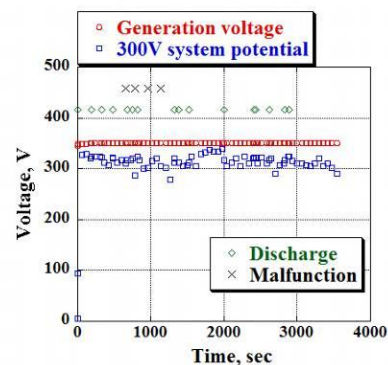


図 2 放電試験結果

4 総括

プロトタイプ開発までにペイロードは打ち上げ環境及び熱真空環境試験前後での動作確認が行われ、このような環境に耐え、正常に動作できることを確認できた。また、宇宙のプラズマ環境を模擬して放電試験を行い、軌道上でミッションが適切に行えることを確認できた。

フライトモデル開発では、プロトタイプ開発に基づいてハードウェア及びソフトウェアの両方の品質に留意しながら各種動作確認、組み立てが行われた。

ペイロードにより高電圧技術が軌道上でも十分機能することが分かれば、今後開発される超大型衛星や大電力電気推進システムが実現に貢献することが可能である。

研究実績(6件)

国内会議

1) 日本航空宇宙学会西武支部講演会(2010 年 11 月)

2) 小型衛星による実証シンポジウム(2011 年 9 月)

3) 第 55 回宇宙科学技術連合講演会(2011 年 11 月~12 月)

国際会議

4) 11th Spacecraft Charging Technology Conference

(September, 2010)

5) 50th AIAA Aerospace Sciences Meeting (January, 2012)

投稿論文

6) 日本航空宇宙学会論文集, 投稿中(2011 年 11 月~)