

【基盤研究（S）】  
理工系（工学）



研究課題名 宇宙システムの高電圧化に向けた超小型衛星による帯電・放電現象の軌道上観測

九州工業大学・大学院工学研究院・教授

ちょう めんう  
趙 孟佑

研究分野： 総合工学、航空宇宙工学  
キーワード： 航空宇宙環境、衛星帯電、小型衛星

【研究の背景・目的】

ISS 以降の 1MW 近い次世代大型宇宙システムの実現には、最低でも 300V での発電が必要である。しかし、低軌道で発電電圧が 200V を超えるとプラズマによる太陽電池表面の帯電により放電が発生する。放電は中・大型衛星の信頼性を脅かす主要因の一つである。現在の衛星開発では、打上げ前に、太陽電池アレイで放電が発生するか、発生したとしてどのような影響があるかについて、地上試験が行なわれているが、軌道上での放電電流波形や放電画像は誰も観測したことがない。「正しい地上試験」を実施するには、真空容器の壁がなく、超高真空・太陽光・紫外線・衛星速度等々といった軌道上複合環境の中で、一度は放電電流を計測し、場所を特定する必要がある。

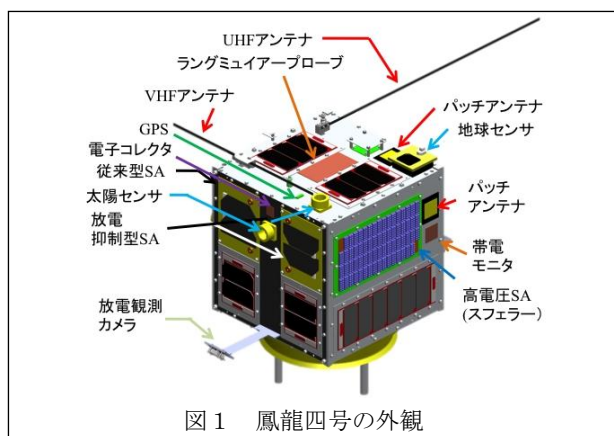
本研究の目的は、衛星帯放電に関する諸現象の軌道上観測並びにその抑制技術を超小型衛星「鳳龍四号」にて実証する。オーロラ帯を通過する低軌道に衛星を打ち上げて以下の宇宙実験を行なう。

- (1) 太陽電池アレイ上での放電電流を高速サンプリング(毎秒数 10M サンプル以上)で計測し、放電画像を撮影して放電発生点を特定すると共に、放電による太陽電池の電気性能劣化を調べる。
- (2) 300V で発電しても放電を起こさない高電圧 SA 技術の実証
- (3) 受動的電子エミッタによる衛星帯電緩和技術の宇宙実証

【研究の方法】

H24 年に趙等が開発した鳳龍式号によって、世界で初めて軌道上での 350V 発電を行なうことに成功した。また、-300V にバイアスされた従来型太陽電池アレイでの放電検知にも成功した。本研究課題は鳳龍式号で得られた成果を更に発展させようとするものである。

鳳龍式号をベースに鳳龍四号を開発する。ミッション機器以外の殆どは、既開発品または市販品で構成する。放電電流計測と画像取得は民生品の高速デジタルカメラやカメラ・画像取得ボード等をベースに開発する。放射線試験を除き、衛星及び搭載機器は全て九工大内で試験する。衛星を 2 年半で製作し、海外での商業打上げと H2A ロケット相乗りの両方を追求する。H27 年度下期から H29 年度上期の間で H2A 相乗りが可能となれば、H2A を選択し、相乗りの時期が合わないか選定に漏れた場合は、海外で H28 年度に打上げる。運用は最低でも 1 年間実施する。



【期待される成果と意義】

放電波形・画像の観測結果を国際標準規格「衛星搭載太陽電池パネルの帯電放電試験方法」(ISO-11221)の改訂版に反映させ、大型衛星の信頼度向上に貢献する。また、300V を超える電圧で発電しても放電しないことを実証し、近い将来の 1MW 級の大型宇宙システムや 100kW 級の電気推進システムに必須の高電圧発電技術の実現に貢献する。更に、センサ・電力・ケーブルを必要としない完全受動型の動作が可能な電子エミッタの実証により、革新的帯電緩和手法の実用化を促して地球観測衛星や静止衛星の信頼度向上に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Cho, M., Masui, H., Iwai, S., Yoke, T., Toyoda, K., “Three Hundred Fifty Volt Photovoltaic Power Generation in Low Earth Orbit”, J. Spacecraft and Rocket, doi: 10.2514/1.A32559, 2013.
- ・ Hosoda, S., Toyoda, K., Cho, M., et al., “Development of 400V Solar Array Technology for Low Earth Orbit Plasma Environment”, IEEE Trans. Plasma Sci. Vol.34, pp. 1986-1996, 2006

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度～29 年度  
157,700 千円

【ホームページ等】

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