

ベアテザーのプラズマ干渉の地上実験と周辺プラズマ環境のシミュレーション

榎原弘樹

(九州工業大学 工学部電気工学科 趙研究室)

研究目的

地球磁場を利用して宇宙機の推進や、発電を行うエレクトロダイナミックテザー (EDT) システムにおいて、周辺プラズマからの電子の収集を担うベアテザーは、周辺の宇宙プラズマとの干渉により、異常な電流収集や放電を起こす問題が懸念されている。本研究ではベアテザーの電流収集の安定性を、将来計算機シミュレーションで行う前段階として地上実験との比較を行い、シミュレーションの結果の妥当性について検討を行った。

地上実験と計算機シミュレーション

EDT システムへの使用が検討されているベアテザーの供試体を Xe プラズマ・中性ガス中で正にバイアスし、周辺プラズマからの電流収集や異常収集発生電圧を調べた。また同様のサンプルを負にバイアスし、表面で起こる放電の頻度を調べた。

シミュレーションでは PIC 法を用いて正にバイアスされたテザーの電流収集やその際の周辺プラズマの状態について調べた。プログラムは軌道環境を模擬したもので、周囲の中性ガスには宇宙機からの脱ガスを模擬した H_2O を考えてある。初めに理論との比較を行い、その後地上実験での電流収集についてシミュレーションを行った。

研究結果

実験ではベアテザーは正・負ともに数百 V にバイアスされた状態で放電や異常な電流収集が発生した。実際のベアテザーは最大数 kV 印可されることから、このような現象は軌道上でも起こりうると考えられる。計算機シミュレーションと地上実験の電流収集を比較すると、低電位領域での一致が見られた。異常な電流収集発生時の閾値は、実験を行ったチャンバー中の中性ガスが Xe であるのに対して、シミュレーションでは周囲の中性ガスを水蒸気としたため、それらの電離断面積の違いにより一致は見られなかった。

今後の課題

今回は計算機シミュレーションと地上実験との完全な一致は見られなかった。今後はシミュレーションで取り扱う中性ガスを実験環境と同じ Xe に変更して更なる検証を行う。そのためには Xe の電離断面積データの構築が必要となる。シミュレーション結果の妥当性が十分に検証された後に、ベアテザーがおかれる軌道上の環境を模擬したシミュレーションを行い、異常な電流収集が発生するテザー電位や、周辺中性ガス密度の閾値を探る。