

3次元プラズマ粒子シミュレーションによる宇宙機帯電現象解析とその緩和手法の検討

Basic analysis of spacecraft charging and its mitigation method by using three-dimensional electrostatic plasma simulations

白井 英之 [1]; # 今里 康二郎 [2]; 大村 善治 [3]
Hideyuki Usui[1]; # kojiro Imasato[2]; Yoshiharu Omura[3]

[1] 京大・生存圏; [2] 京大・生存研; [3] 京大・生存圏
[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ

我々は従来のプラズマ粒子シミュレーションを応用して、宇宙機とプラズマ環境との相互作用について研究を行っている。本研究では、宇宙機帯電を扱うため、静電粒子モデルシミュレーションを行う。宇宙機表面は一般に金属や誘電体からなり、この表面帯電を定量的に解くために Capacity Matrix 法を用いている。JAXA および九州工業大学により衛星帯電解析ツール MUSCAT が開発されたが、本研究アプローチは衛星帯電に関しては厳密解を与えるものである。

衛星は基本的には金属と誘電体から構成される。特に太陽パネル表面では、誘電体であるガラスが使われており、金属である衛星筐体との帯電差が生じる恐れがある。これを部分帯電と呼ぶが、この部分帯電の電位差が大きいと金属-誘電体間で放電が起こり、最悪の場合、衛星本体に損傷を与える。我々のプラズマシミュレーションでも、衛星表面の金属-誘電体間に電位差が生じる様子が観測された。この電位差はプラズマパラメータやプラズマフローの方向や大きさによって異なり、オーロラ電子など非常に高いエネルギーを持ち速度指向性がある粒子が存在すると電位差が大きくなる。まず、これらの現象についてのシミュレーション結果を報告する。

現在、この部分帯電を緩和し、放電現象を生じさせないようにする方法として、プラズマコンタクターにより衛星から人工的にプラズマを放出し、その人工プラズマによって宇宙プラズマによる帯電を緩和させる方法が一般的に用いられる。しかし、プラズマコンタクターによる帯電緩和の詳細なプロセスは調べられておらず、本研究では、プラズマシミュレーションを用いて帯電緩和の具体的なプロセスを調べる。これにより、効率的な部分帯電緩和を行う上でプラズマコンタクターに必要とされる性能や衛星筐体上でのコンタクター配置などを検討する際の基礎資料を取得する予定である。今回は、まず低密度プラズマ放出による帯電緩和プロセスを調べると共に、高密度プラズマ放出モデルへの対応について検討を行う。