

題目 「スペースチャンバー内のプローブ測定」

河田 健一

宇宙開発の進展により、宇宙活動が拡大・多様化し、宇宙機の運用長期化と大型化が進んでいる。21世紀初頭に運用が開始される国際宇宙ステーションは30年を超える運用を予定している。宇宙機の大型化にともない、大電力での運用が必要であり宇宙ステーションで100kW、無人衛星でも25kW近いものが打ち上げられようとしている。大電力を扱う為には、送電中の抵抗による損失を軽減する、又ケーブル重量を軽くし、打ち上げコストを安くする等といった理由から、発送電を高電圧で行わなければならない。従来の宇宙機は28Vでの発送電が標準であったが、大電力を使用する宇宙ステーションでは発電が160V、送電が120Vで予定されている。

しかし、この様に宇宙空間で高電圧を使用すると様々な問題が出てくる。宇宙空間にはプラズマが常時存在している。この宇宙プラズマとの相互作用により、太陽電池表面の絶縁体部（カバーガラス表面）が帯電し、露出した導電体面（インタコネクタ部）で放電が発生する。また、宇宙機最外殻は様々な絶縁体コーティングが施されているが、微粒子衝突等によって穴が空き下部の導電体部分が宇宙空間に露出した場合は、太陽電池と同じ状況を作り出す。長期間の運用では、宇宙機表面へのデブリ等の微粒子の衝突は避けられず、宇宙機表面での放電も考えられる。この、宇宙機上での放電現象は、電磁ノイズによる機器の誤動作や、過電流による機器の損傷等によって、宇宙機が制御不能に陥るといった大事故につながる危険性がある。こういった観点から、宇宙における放電現象の解明は宇宙開発を行っていくうえで必要不可欠である。

本研究の最終的目的地は、宇宙機表面での放電現象を解明、克服することにある。しかし、宇宙での放電を考える際に宇宙環境は地上とは異なった環境にあることを認識しなければならない。宇宙では大気は非常に低く、空間中にはプラズマが存在している。また、宇宙機の軌道によって、これらのパラメータは大きく変わる。ここでは、スペースシャトルや宇宙ステーション等が打ち上げられる高度200kmから1000kmまでの低地球軌道（Low Earth Orbit:LEO）を考える。

この、低地球軌道では密度がで、温度が0.1~0.2eVの低温プラズマが存在している。そこで我々は実験室内に宇宙環境模擬装置（スペースチャンバー）を設置し、低地球軌

道をできるだけ忠実に再現することによって、宇宙空間での放電現象を解明しようとしている。

その為にはこのチャンバー内のプラズマ温度、密度を制御することにより、出来るだけ低地球軌道の環境に近づける必要がある。したがって、プラズマを測定する技術をつけ、チャンバー内の分布状態を知り、様々なパラメーターを変えることにより、どのように変化するか把握しなくてはならない。

本研究の具体的目的は、このスペースチャンバー内プラズマの測定法をラングミュイアプローブを用いて構築することである。本研究では、ラングミュイアプローブによるプラズマ測定法を構築するための基礎を作り、密度分布測定においては理想に近い拡散状態が測定できたと考える。放電電圧 60V、放電電流 0.5A、ガス流量 5sccm の条件では、チャンバー中心部ではほぼで拡散していることが分かった。パラメーターを変えた時には、若干の誤差はあったが理論的に密度が変化している様に思われる。特に放電電圧を変えた場合 60V,70V の誤差を含んでいると考えられる値を除くと更に上がっていくように思われる。今後は更に広範囲でパラメーターが振れるように実験系を見直す必要がある。

以上より、今回模擬しようとした低地球軌道の環境とは少々異なるが近似は出来たと考えるが、更に模擬するには様々な検討が必要である。