

衛星帯電放電試験方法の高機能化に向けた 真空動作可能なロボットアームと顕微鏡システムの開発

現在宇宙に存在する人工衛星の事故の多くは太陽電池アレイ上での帯電放電による事故である。そこで趙・豊田研究室ではその帯電放電のメカニズムを解明するために宇宙環境を模擬した真空チャンバーという装置を用いて帯電放電試験を行っている。試験の中には放電頻度を比較する試験がある。例えば列間 A および B の放電頻度を比較する場合、真空中に列間 A のみを露出した状態、列間 B のみを露出した状態の 2 パターンで試験を行う。この場合列間 A の放電試験終了時に一度チャンバーを開放して絶縁シートの張替えを行う。その後列間 B の放電試験を行う。そのため真空チャンバー開放から試験が再度できる状態になるまで 5 時間以上かかる上、チャンバー開放により試験サンプルに水分・ガス等が付着することによる試験環境の変化と言う問題が発生する。これらの問題を解決するために真空動作可能なロボットアーム（以下 R.A.）の開発を行い、絶縁シートの張替えを R.A. に行わせた。また現在の試験サンプルの顕微鏡撮影は試験前、試験後の二回行っているが、この方法では放電の累積による放電痕の撮影しか行うことができない。帯電放電のメカニズムを解明するためにも放電痕の撮影は重要である。よって真空動作可能な顕微鏡システムを用いて、in-situ での放電痕の撮影を行った。R.A.として低コストで改良のしやすいイーケイジャパン社製の MR-999 を、顕微鏡カメラとして MINTRON 社製の CCD カラーカメラを採用した。改良点は試験環境に影響を与えず、真空チャンバー外から操作可能で、試験に必要な能力を有することである。R.A.においてまず不純な脱ガスを防ぐためにモータ及びギアの洗浄を行った。次に顕微鏡カメラを持ち上げ維持するのに必要なトルクを得るために最大定格荷重の増強及び操作ミスによるギア、モータの破損を防ぐために緊急停止用のリミッタースイッチを装着した。顕微鏡カメラにおいて R.A.の負担軽減のために分解・軽量化を施し、脱ガスを防ぐために顕微鏡カメラに用いられている電解コンデンサを接着剤により封鎖した。最後に光量増加のために顕微鏡カメラの先端に LED を装着した。以上の改良を施し、放電頻度比較試験及び顕微鏡システム検証試験においてそれぞれの性能を評価した結果、放電頻度比較試験においてチャンバー開放の回数を 4 回減らすことにより、約 20 時間以上の試験時間の短縮及び試験環境のコントロールを行うことができた。また顕微鏡システム検証試験において in-situ での放電痕の撮影を行うことにより、試験サンプルの放電による劣化の様子を観察することができた。今後はこれらのロボットアーム及び顕微鏡システムを用いた帯電放電試験を行っていくつもりである。