

# 宇宙空間での高電圧利用を踏まえた 電力ケーブルの放電現象解明および対策

工学府 電気電子工学専攻 博士前期課程 2年 豊田研究室 11349538 山之内遙

## 1. 研究背景と目的

近年、人工衛星の大型化・多機能化に伴い衛星バスシステムの高電圧化(数10V~数100V)が進んでいる。その他に高電圧技術が必要とされる例として宇宙太陽光発電システム(SSPS)が挙げられ、このシステムでは電力伝送ケーブルが太陽電池パドルで発電された電力を衛星内の送電部に送電する。実際に1GWのシステムでは10kV程度の電力で送電する必要がある。したがって宇宙電力伝送ケーブルはシステム運用にかかわる非常に重要な部分であり、衛星構体上に敷かれる為、宇宙環境(極度な温度差・紫外線など)に耐えうる十分な絶縁性能を持つ必要がある。そこで本研究の目的は将来高電圧が必要とされるシステム環境を再現し、その電力伝送ケーブルに高電圧を印加した際に生じる現象のメカニズムを解明することで高電圧ケーブルの設計指針を作成することである。現在は試験サンプルとして宇宙用電線SPEC55を用いた基礎研究を続けている。

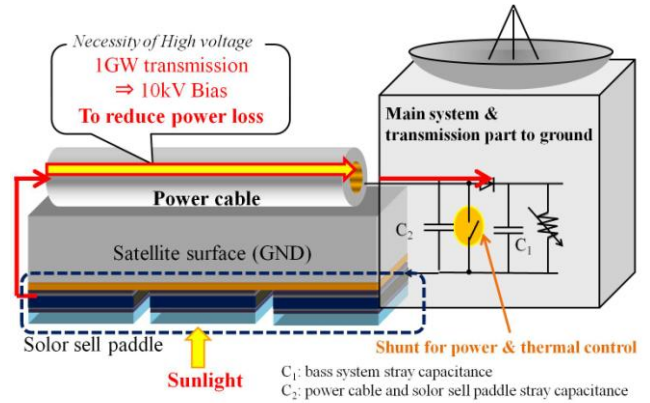


図1 発電衛星のモデル

## 2. 研究手法

図2に試験サンプルへの高電圧の印加方法を示す。高電圧の切り替えを衛星のシャントを模擬した高電圧リレーを用いて行う。サンプルと並列に接続されているコンデンサはケーブルの静電容量を模擬したものである。これまでの研究で高電圧印加時に図3の放電原理で放電が起きることが分かっている。高電圧 ON 時には芯線と GND(Cu tape)間に印加電圧分だけ電位差が生じ、電界が(a)のように生じる。この電界強度が閾値を超えると GND から電子が放出され放電が起き被膜が帯電する。OFF 時は芯線電位が被膜に帯電していた電子が GND に流れることにより放電が起きる。

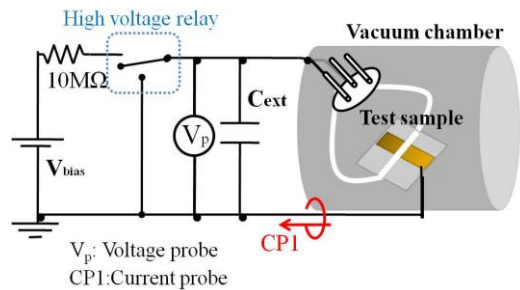


図2 放電耐久試験回路

## 3. 結果と今後の課題

放電耐久試験において以下の条件を変えることにより絶縁破壊に最も影響を及ぼす要因を評価した。

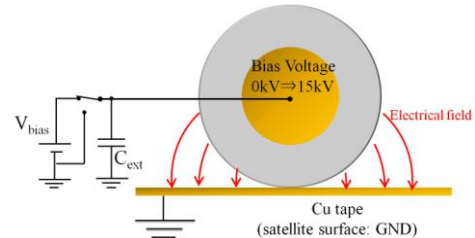
- 除電速度(接地抵抗による OFF 時の電圧変化速度)
- 電力ケーブルのおかれる圧力環境
- ケーブルの固定方法
- ケーブル周辺の電界環境

またサンプルをかえることで以下の条件の影響を評価した。

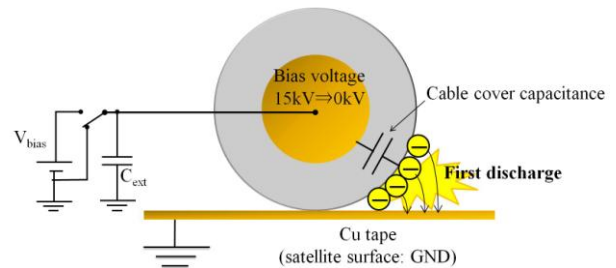
- 被膜厚(数 kV 級耐圧のサンプル使用)
- シールド線の有無(同軸ケーブル使用)

15kV の高電圧印加繰り返しでは約 120 回で電力ケーブルが絶縁破壊していたがその絶縁破壊までの印加回数を増やすことができたのは除電速度と圧力を変えて評価をした場合であった。特に圧力を下げるためにベアキングをしたことが大きく影響していたと考えられる。

今後の課題としては試験データの蓄積を続けさらに関連性の裏付けを行うことがあげられる。



(a) 高電圧 ON 時の電界



(b) 高電圧 OFF 時の放電

図3 各場合の初期放電原理

—発表実績—

国際学会発表：1件

The 12th Spacecraft Charging Technology Conference

国内学会発表：5件

第14回宇宙太陽発電システム(SPS)シンポジウム

日本航空宇宙学会西部支部講演会(2011)

第31回宇宙エネルギーシンポジウム

第15回宇宙太陽発電システム(SPS)シンポジウム

第56回宇宙科学技術連合講演会