

宇宙機用アンテナで起こる放電現象の実験的評価

Experimental Evaluation of Discharge Phenomena Happened on Antennas for Spacecrafts

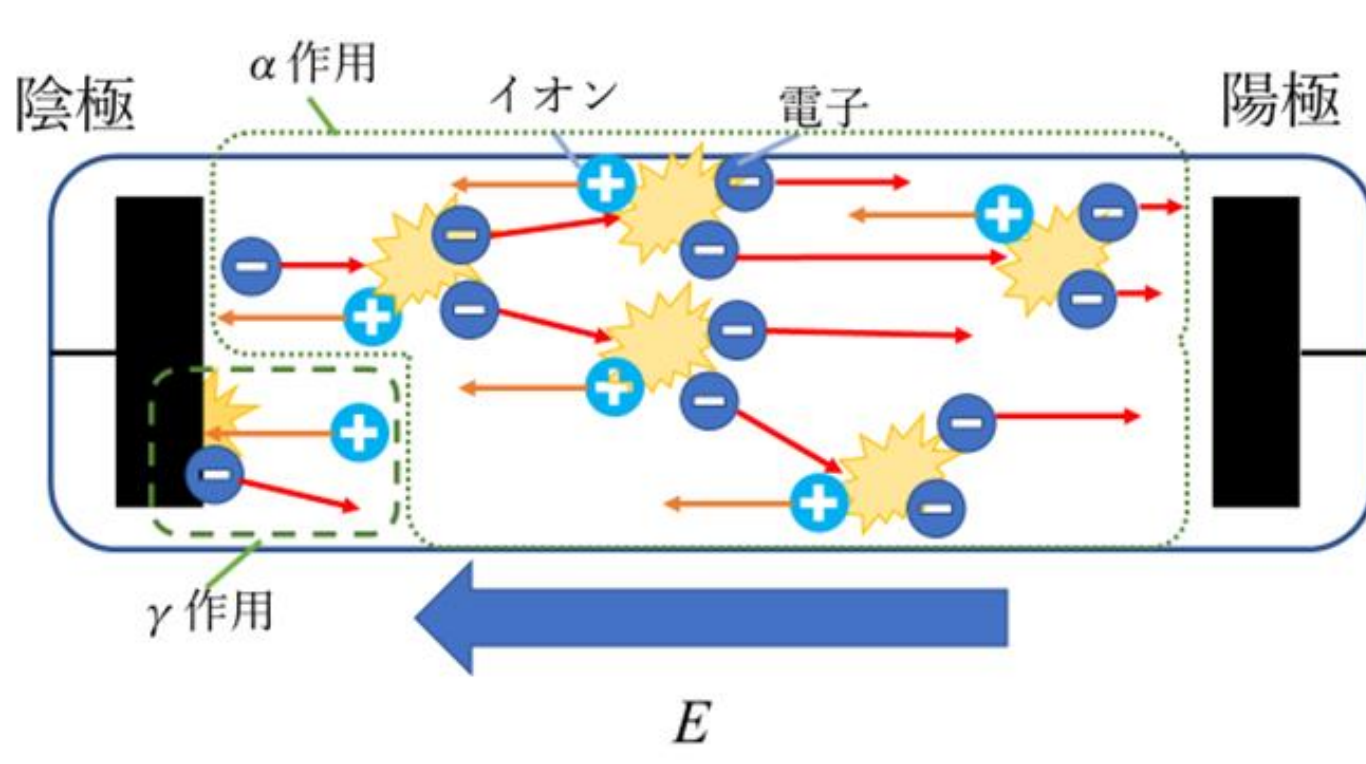
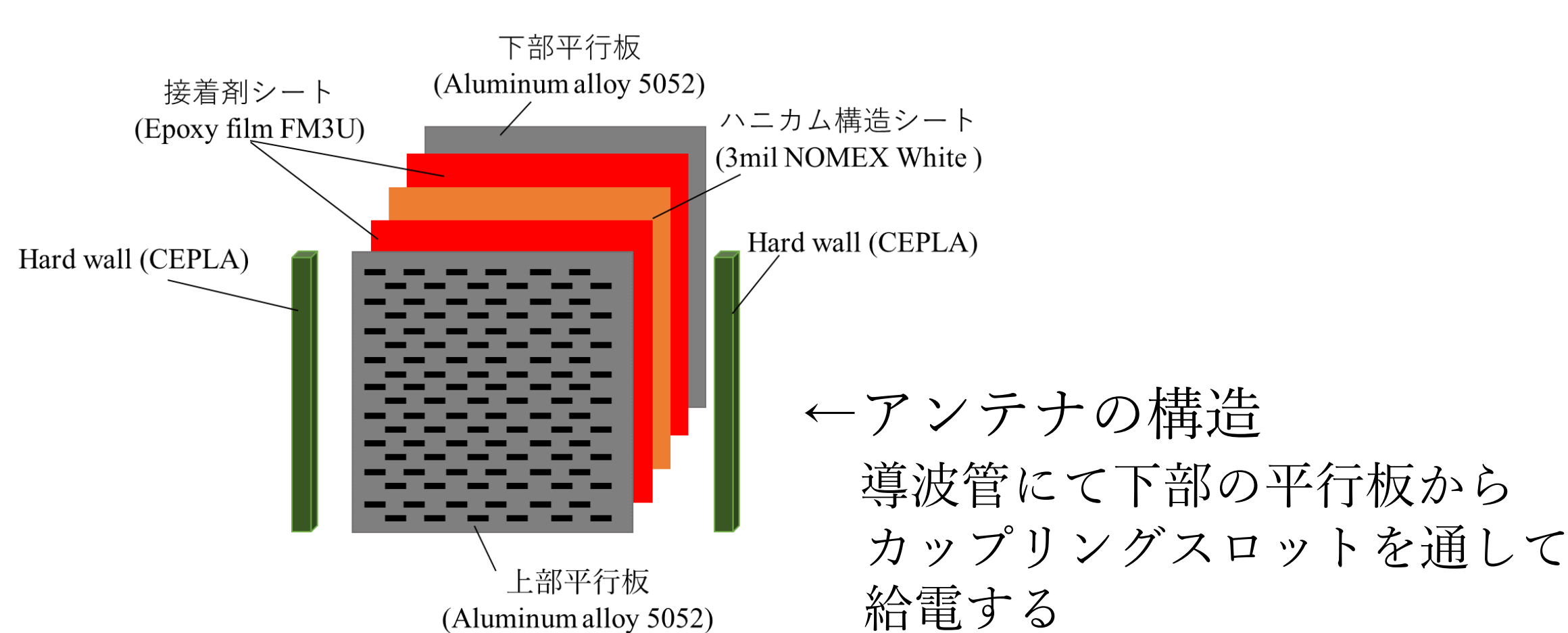
阿久津 壮希^a (E-mail: 1520503@ed.tus.ac.jp)

共著: 太田大智^a, 山岸稜也^a, 伊地智幸一^b, 齋藤智彦^a, 齋藤宏文^c, 田中孝治^d
^a東京理科大学, ^b一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構
^c早稲田大学, ^d宇宙航空研究開発機構/総合研究大学院大学

Keywords Discharge Phenomena, SPS(Solar Power Satellite), SAR Satellite

研究背景・本ポスターの趣旨

人工衛星は放射線帯(高度約300~36,000 kmの宇宙空間)中を飛行しており、この放射線帯は地球磁場の関係により、高エネルギーの陽子や電子などの荷電粒子が大量に存在している。そのため、人工衛星は常に高エネルギーの荷電粒子に曝されている状態である。現在では、帯電・放電により人工衛星自体が故障する現象が確認されている。**SPS**や**SAR衛星**のような**大電力(数百 W/m²)マイクロ波システム**を搭載する宇宙機にも放電現象が起こると予想される。一方で、高真空状態での大電力マイクロ波システムの放電現象は未だ不明な点が多くある。また、その解明手法も未だ確立されていない。我々は**大電力マイクロ波放射用アンテナ**の放電現象に着目し、そのメカニズムを解明することを研究目的とした。本ポスターでは、実験的評価による放電メカニズムの解明手法を紹介する。

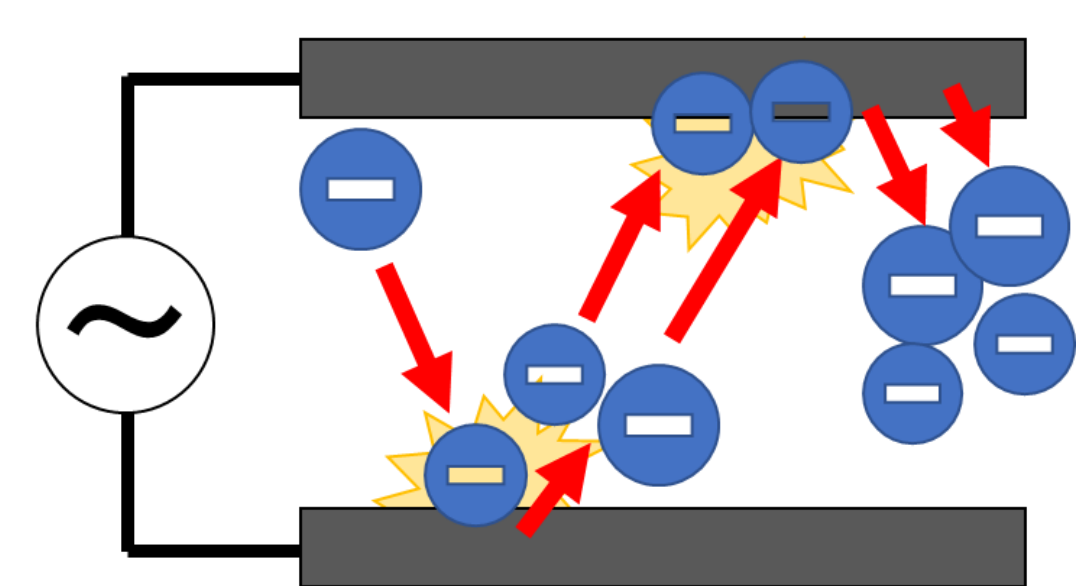


放電現象の紹介

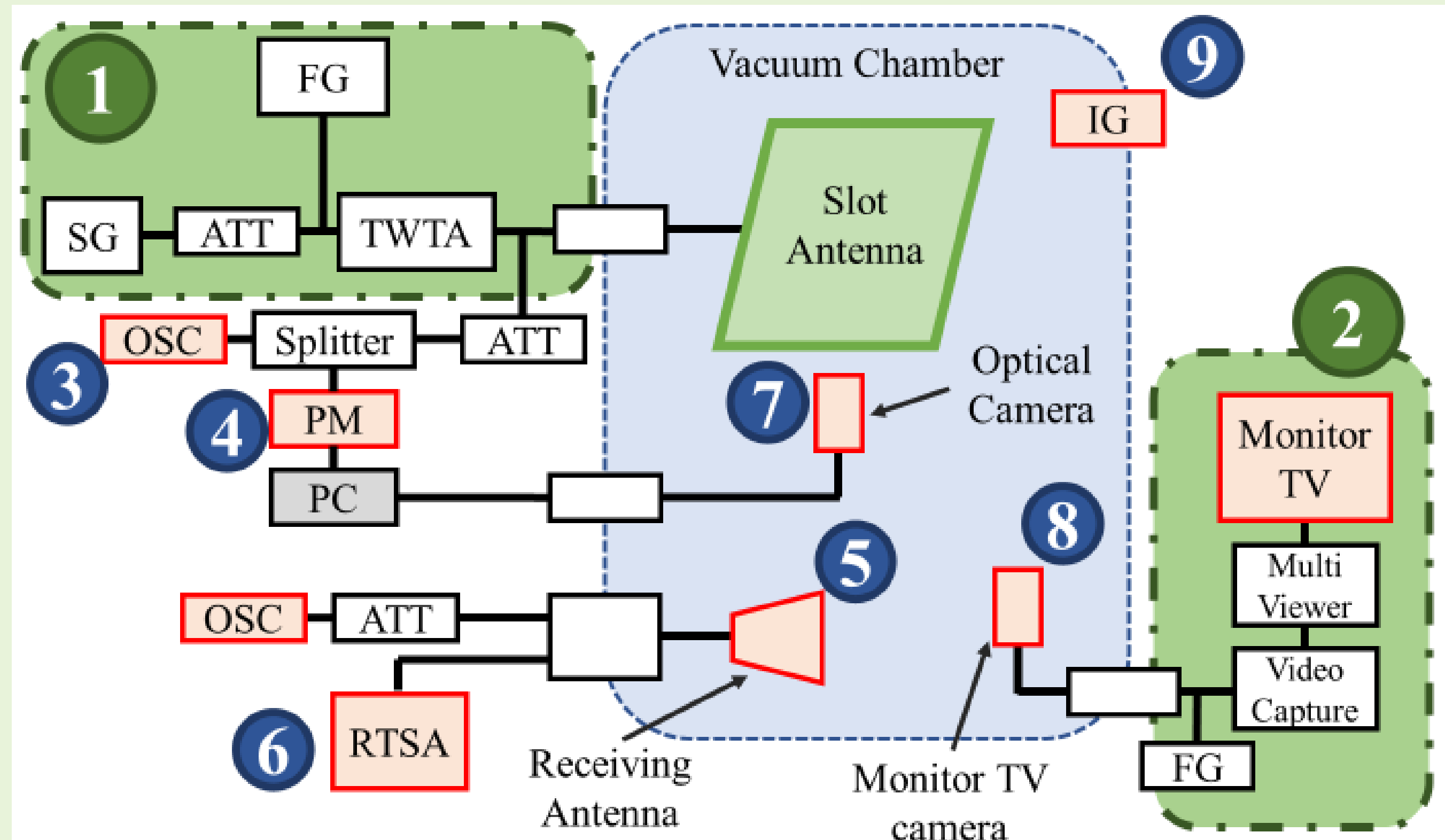
気中放電(グロー放電/コロナ放電)
→電界によって加速された電子が分子に衝突する。そこで電離し、電子が増加する。これを繰り返すことによって空間に電流が流れ、気中放電に至る。

マルチパクタ放電
→交流電界によって加速された電子が材料表面に衝突すると二次電子が生じる。この電子らがさらに加速され、再度材料表面に衝突すると、二次電子放出によって電子数が増加する。これによってマルチパクタ放電に至る。

放電現象によって抑制方法が異なるため、放電メカニズムの解明が重要である



実験コンフィグレーション



実験手法の概要

入力電力(最大2 kW)を変化させながら、9.5~9.8 GHzのマイクロ波を大電力放射用アンテナに入力する。

①マイクロ波入力系統

SG(Signal Generator)のマイクロ波を**TWTA**(Traveling Wave Tube Amplifier)で増幅してアンテナに入力する。入力電力調整は**ATT**(可変アッテネータ)にて行う。

②モニタテレビ系統

6台の**Monitor TVカメラ**にて真空チェンバ中のアンテナパネルの全面を分割して観察し、**Multi Viewer**により分割表示する。さらにそれぞれの画面を**Video Capture**にて動画として保存する。**FG**(Function Generator)により電力印加中の情報をオーディオ信号として、音声信号に記録した。

モニタテレビに映るアンテナ



放電現象を評価する器具

③OSC (Oscilloscope)

入力波形や透過波形を観測するために用いる。

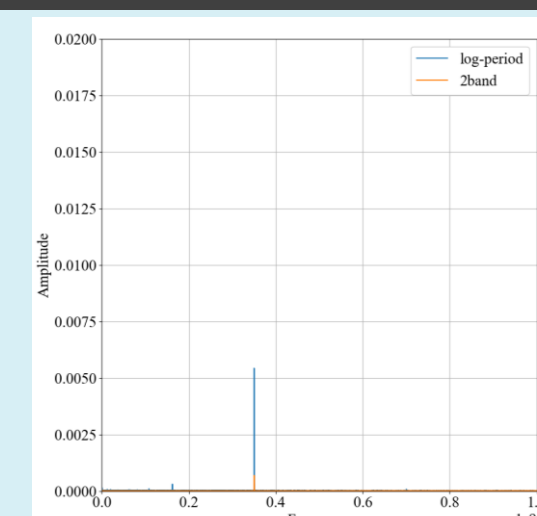
④PM (Power Meter)

入力電力や透過電力を数値化する。**放電閾値**を測るためには必須。

⑤Receiving Antenna

放電から発生する電波を受信するために用いる。FFT変換を行なうことで、受信した周波数の解析も可能である。

放電時のFFT変換解析→

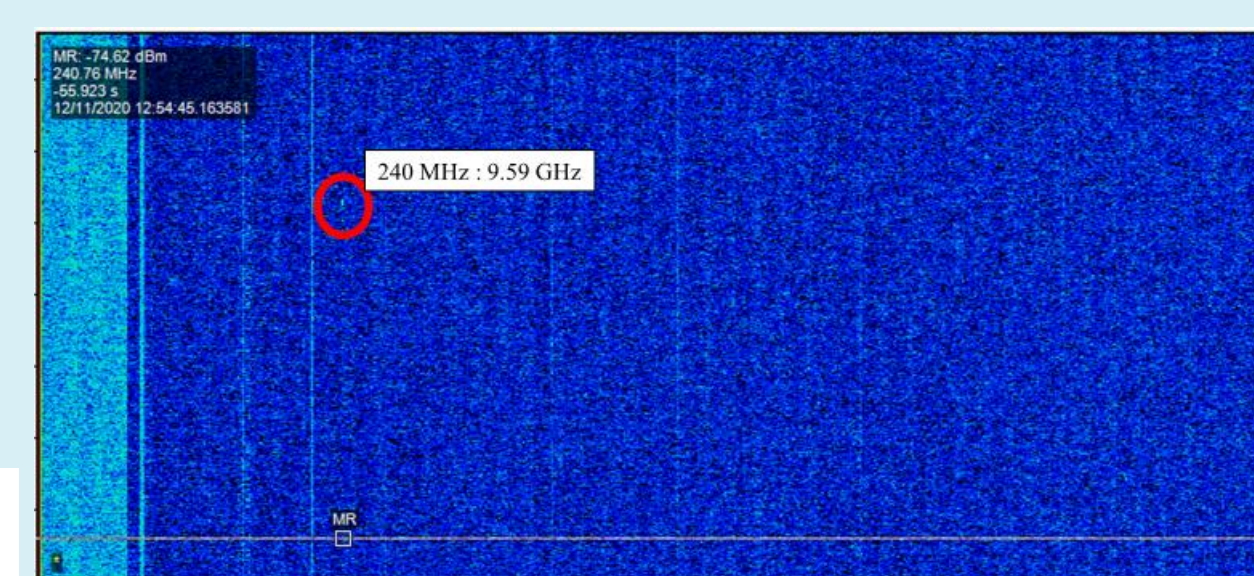


⑥RTSA

(Real Time Spectrum Analyzer)

瞬間的な電波を受信することが可能である。

RTSAで観測した瞬間的な電波→



⑦Optical Camera

詳細な放電光の観察が可能である。これより、放電が**アンテナ内部**で発生していることが分かった。

放電光の写真→



⑧Monitor TV Camera

放電の位置特定のために用いる。解像度が悪いため、2次元的な観察となる。

放電光の写真→



⑨IG (Ion Gauge)

真空度を測るために用いる。放電実験中に真空度の悪化を確認したため、アンテナから気体が放出されていることが分かった。

総括

放電実験では300~500 W程度で放電を確認した。また、光学系の観察により放電光はアンテナ内部で発光していることが分かった。解析シミュレーションの結果よりマルチパクタ放電の閾値は2桁ほど高いので、気中放電の可能性が高い。実験中には真空度の悪化が確認できているため、アンテナから気体が放出されている。このことから、接着剤シートの気泡から気体が放出され、放電に至るのではないかと考察した。



↑接着剤シートの空気溜り