

## 第16回 宇宙環境シンポジウム@東京都市大学

# 帯放電に起因した伝搬ノイズの評価

2019年11月12日

三菱電機 鎌倉製作所 品質保証部

○矢島 雄三、木之田博、福田康博、松田涼太

三菱電機株式会社

1

© Mitsubishi Electric Corporation

1. 目的及び背景
2. 評価試験方法
3. ノイズ重畳
4. ノイズ伝搬
5. コンポーネントへの影響
6. 総括

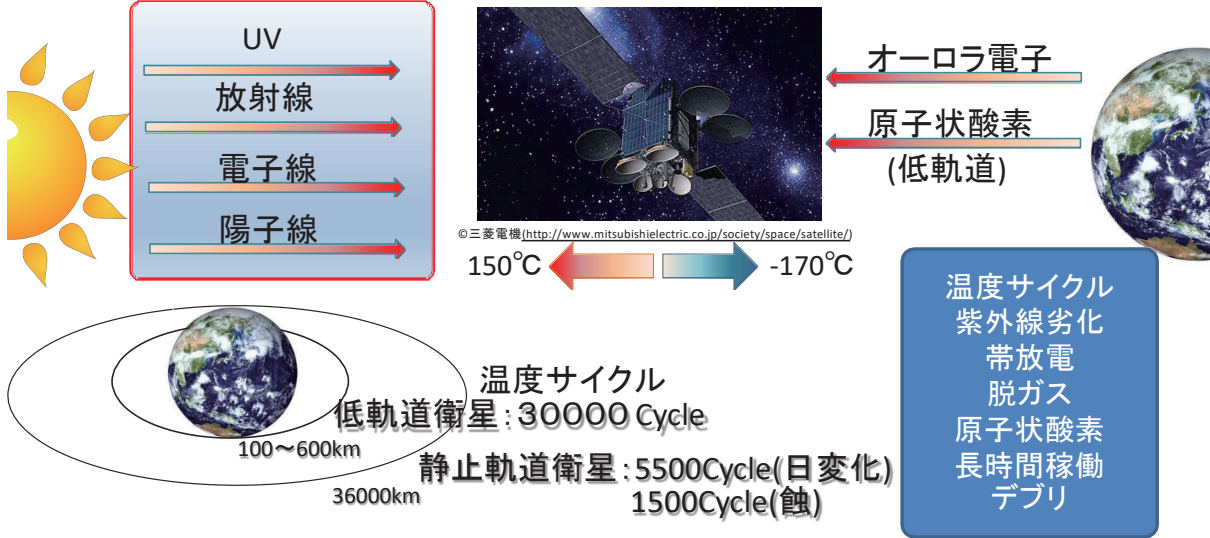
2

© Mitsubishi Electric Corporation

# 1. 目的及び背景



## ●背景：人工衛星が晒される環境



環境条件による総合的な劣化・故障

# 1. 目的及び背景



## ●背景：人工衛星が晒される環境

- ◆宇宙機帯電とは**プラズマ環境**中の航行で宇宙機表面に電荷が蓄積すること
- ◆帯電電位が大きくなると**放電**を生じ、**搭載機器等を損傷**する可能性がある
- ◆これまでの**宇宙機事故の半数**は放電による機器損傷が原因と言われている

宇宙機事故の原因

原因	割合
帯電・放電	54.2%
SEU*	28.4%
放射線障害	5.4%
その他	12%

\*SEU: Single Event Upset

ADEOS-II の事故も帯放電による機器損傷が原因と考えられている

©三菱電機 (<http://www.mitsubishielectric.co.jp/society/space/satellite/>)



昨今の衛星高機能化に伴い、ノイズに**センシティブな部品**の適用も進んでいることから、**帯放電**の影響評価は必須！

# 1. 目的及び背景

## ●背景：過去の知見

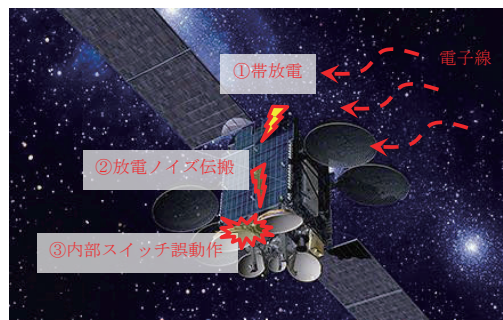
軌道上で、RF用スイッチが切替わる異常事象が発生 (切換えコマンド未発行)

発生推定原因：

RF用スイッチに切換えコマンドを送付する機器の一次電源RTNラインにノイズが乗り、RF用スイッチが切替った

⇒帯放電によるノイズの伝搬の可能性あり

◎帯放電による **ノイズ伝搬/重畳** の可能性(メカニズム)について、実験を基に確認した



©三菱電機 (<http://www.mitsubishielectric.co.jp/society/space/satellite/>)

# 2. 評価試験方法

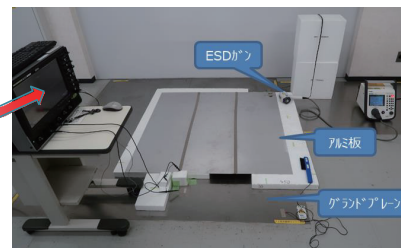
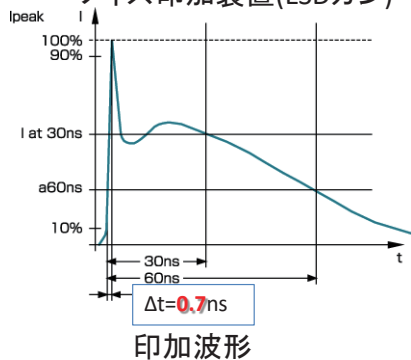
## ●試験系(ノイズ印加方法と対象)

(地上で放電ノイズの印加は困難)  
放電ノイズの模擬としてESDガンを使用

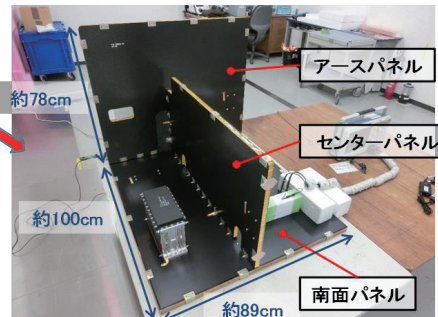
- ・ノイズ電荷の印加ができる
- ・ノイズレベルをコントロールできる



ノイズ印加装置(ESDガン)



重畳評価用金属パネル



伝搬価用構体模擬パネル



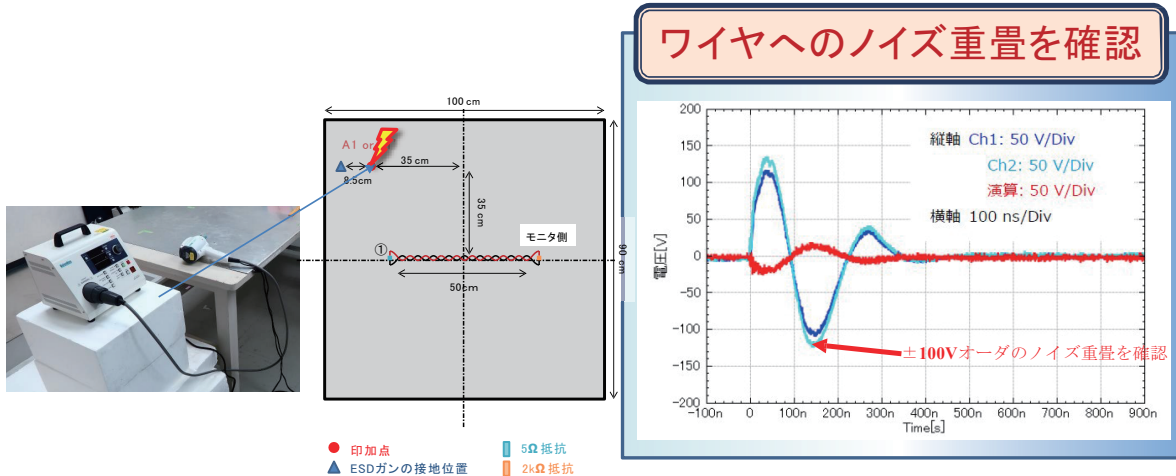
### 3.ノイズ重畳

背景/ 試験方法/ ノイズ重畳/ ノイズ伝搬/ 影響評価/ 総括



#### ●ノイズ重畳状態の観測

パネルに伝搬したノイズがワイヤに対してどの程度重畳するかどうかを確認した。ワイヤから離れた場所にESDガンによる電荷を印加、ツイストペアのワイヤに抵抗を接続し、両端電圧を測定した。

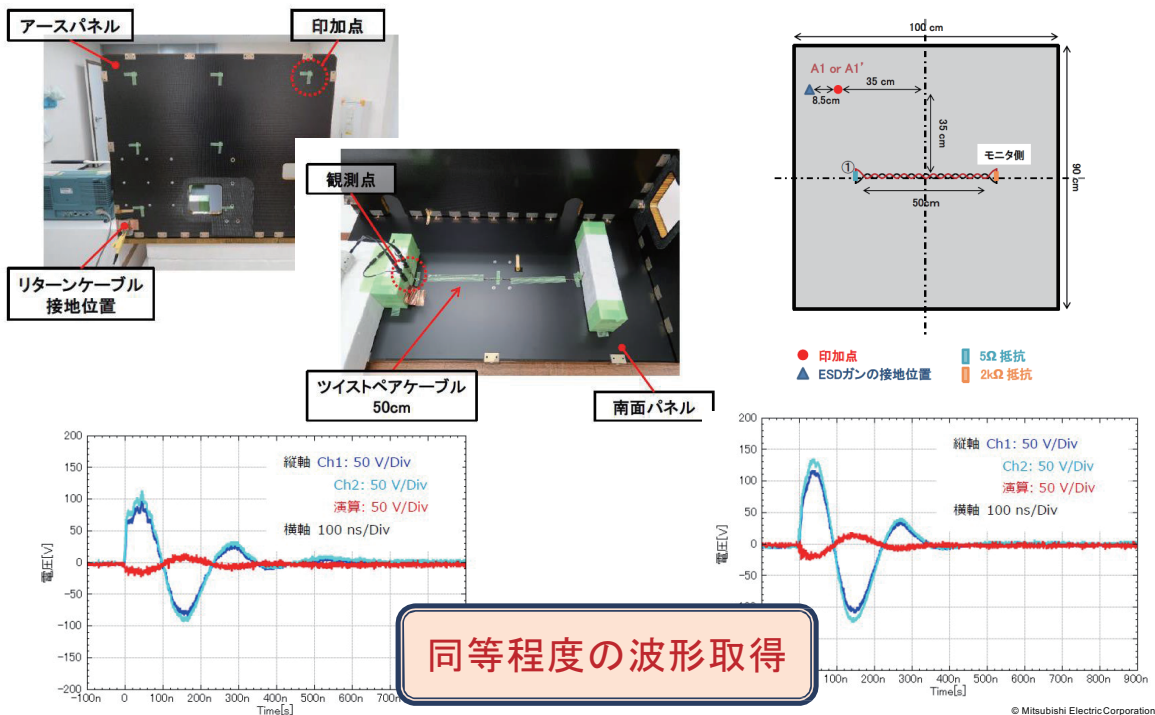


### 4.ノイズ伝搬

背景/ 試験方法/ ノイズ重畳/ ノイズ伝搬/ 影響評価/ 総括



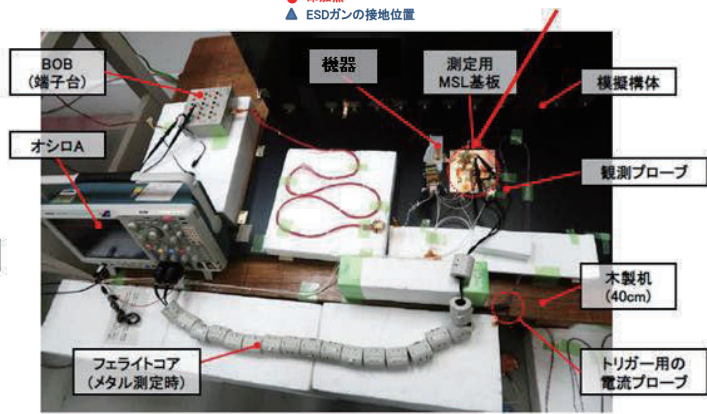
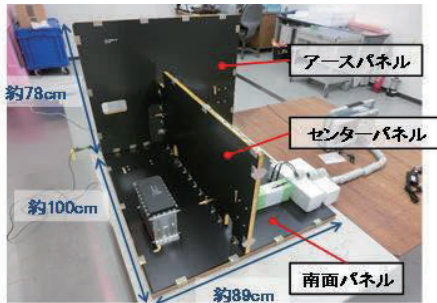
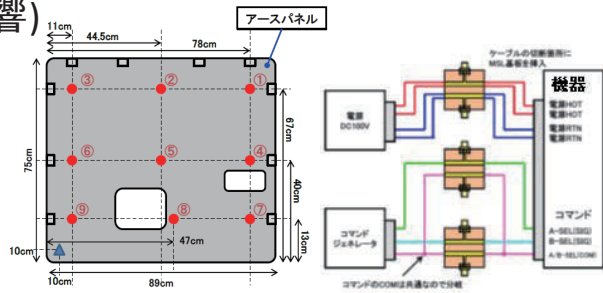
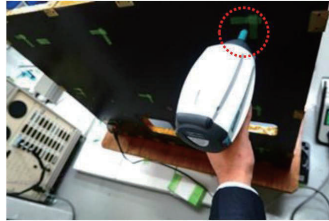
#### ●試験系(ノイズパネル間伝搬の観測)



●試験系(コンポーネントへの影響)

構体模擬パネルに機器を搭載

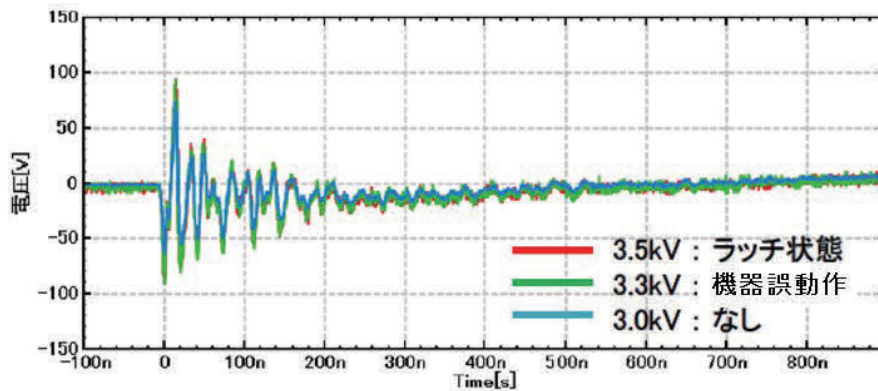
ノイズ伝搬の影響を評価



コンフィギュレーション

9

●試験結果(コンポーネントへの影響)



- ・異常状態の再現に成功
- ・±100V程度のノイズが伝搬する
- ・1周期は約10ns程度

10

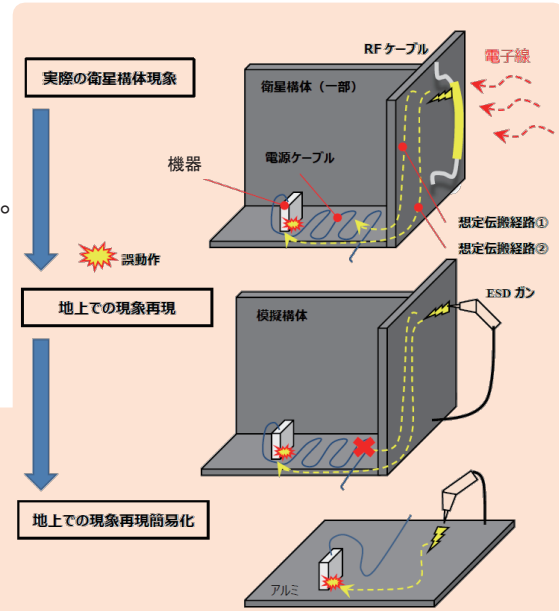
実験を基に確認した結果(まとめ)

パネル上に放電したノイズが、異なるパネルに実装されている機器に影響するかについて確認した。ESDガンを用いて実験した結果、次のことが言える。

- パネル間で**放電ノイズ**は伝搬する
- 伝搬する放電ノイズは**高周波ノイズ**である
- 伝搬する放電ノイズは**ワイヤ等へ重畳**する

また、ワイヤへの重畳が判明したことにより、機器へのノイズ伝搬評価の経路は以下が考えられる。

- A) 衛星構体→コンポーネントのワイヤハーネス→機器の内部回路
- B) 衛星構体→コンポーネントの金属筐体→機器の内部回路



今後の計画:

パネル間のノイズ伝搬と単板でのノイズ伝搬が同程度であることが分かった

⇒**簡易試験方法**の開発による評価短縮

11

© Mitsubishi Electric Corporation

12

© Mitsubishi Electric Corporation