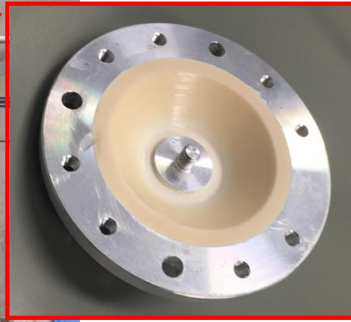


研究背景



GIS spacer

GISスペーサ

→ 高圧導体を機械的に支持
高圧部と接地部間の絶縁

ガス絶縁開閉装置

(Gas Insulated Switchgear: GIS)

→ 電力系統を制御

要求: 直流系統への適用
機器の小型化
SF₆ガスの削減

問題: 機器内部の高電界化



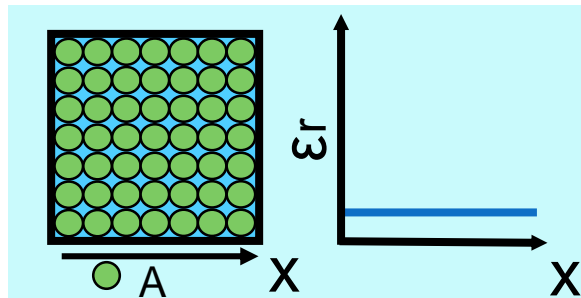
傾斜機能材料FGM

(Functionally Graded Material: FGM)

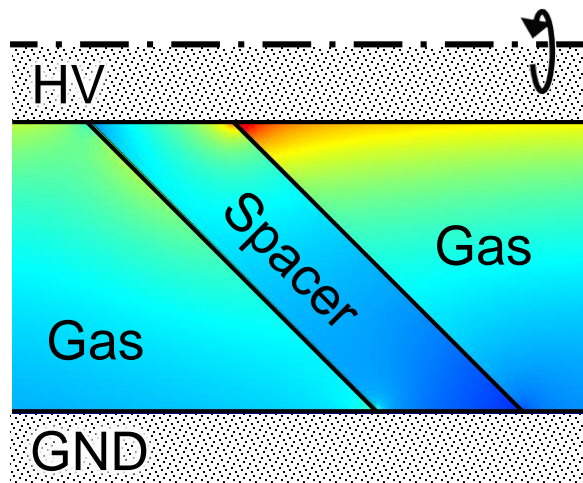
をGISスペーサに適用し、
機器内部の電界制御

傾斜機能材料(Functionally Graded Materials)

一般的な材料

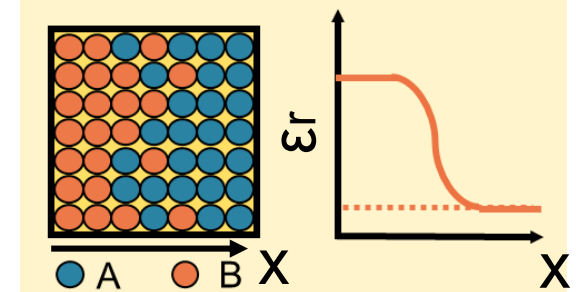


材料特性一定

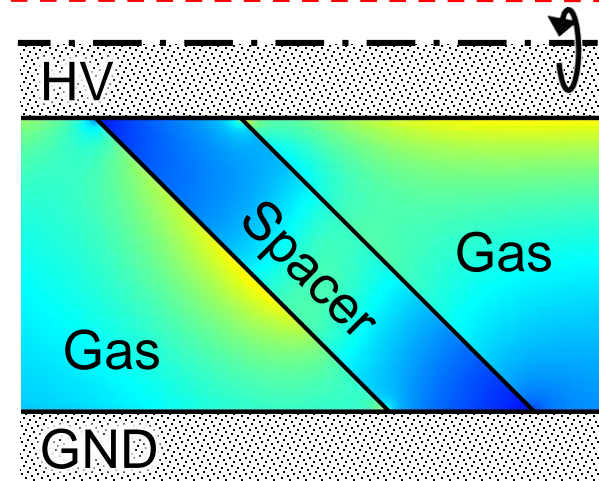


三重点付近が高電界化

傾斜機能材料(FGM)



材料特性変化



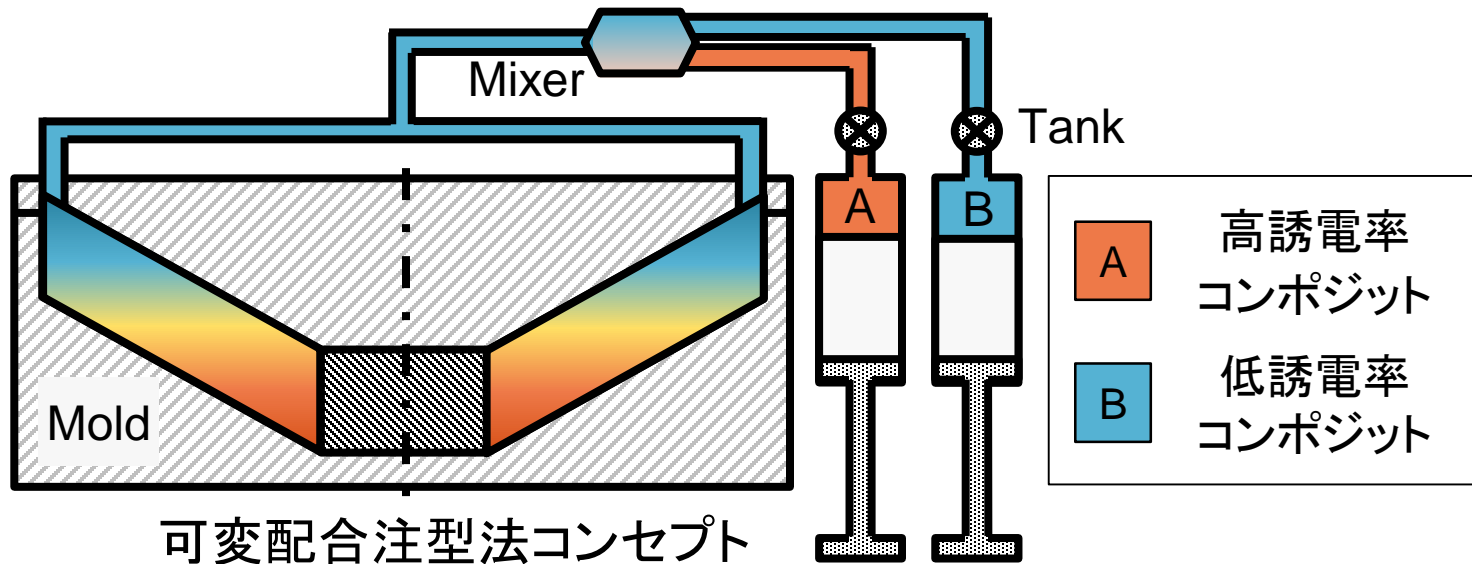
電界の集中を抑制

ε-FGM作製方法(可変配合注型法)



国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構

戦略的省エネルギー技術革新プログラム (電力機器用革新的機能性絶縁材料の技術開発)



複数の材料の配合割合を連続的に制御・混合し加熱成型

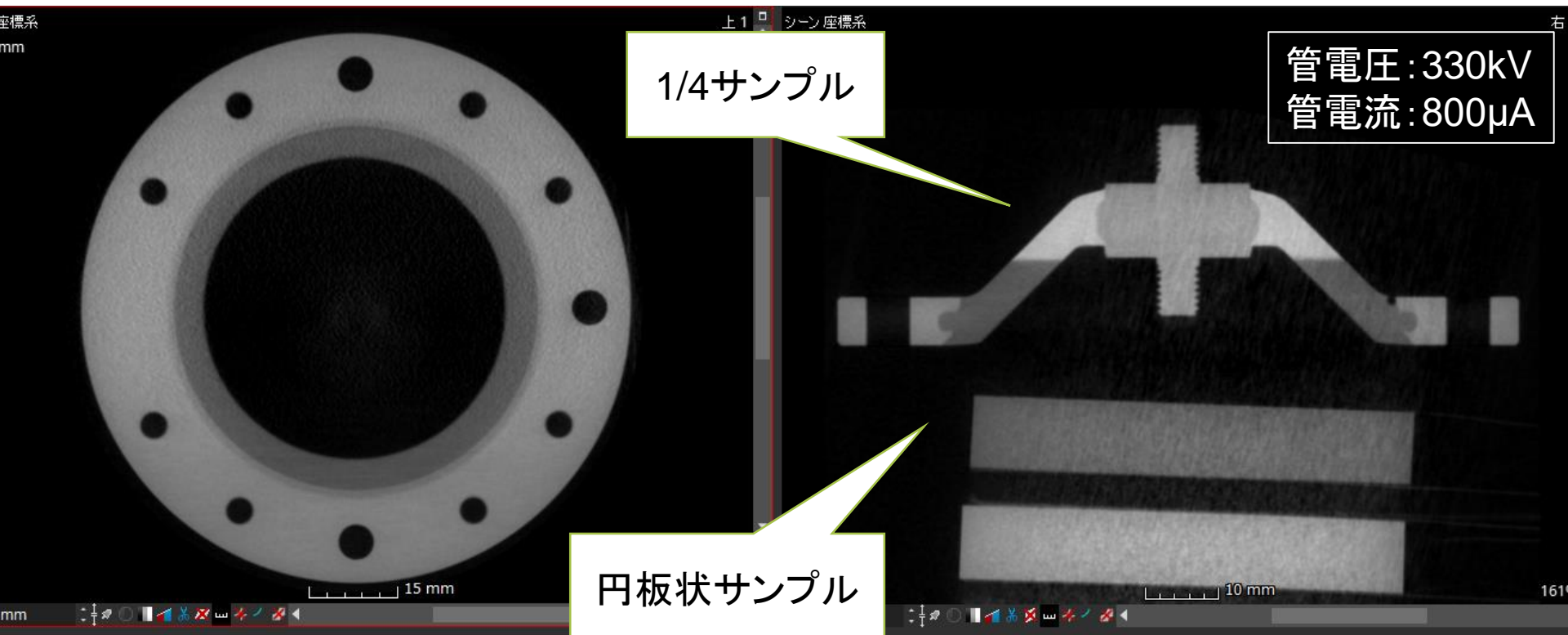
スパーサ内部の誘電率分布を任意に制御

比誘電率測定 | X線CT画像

ϵ -FGMの比誘電率分布をX線CT画像を用いて測定

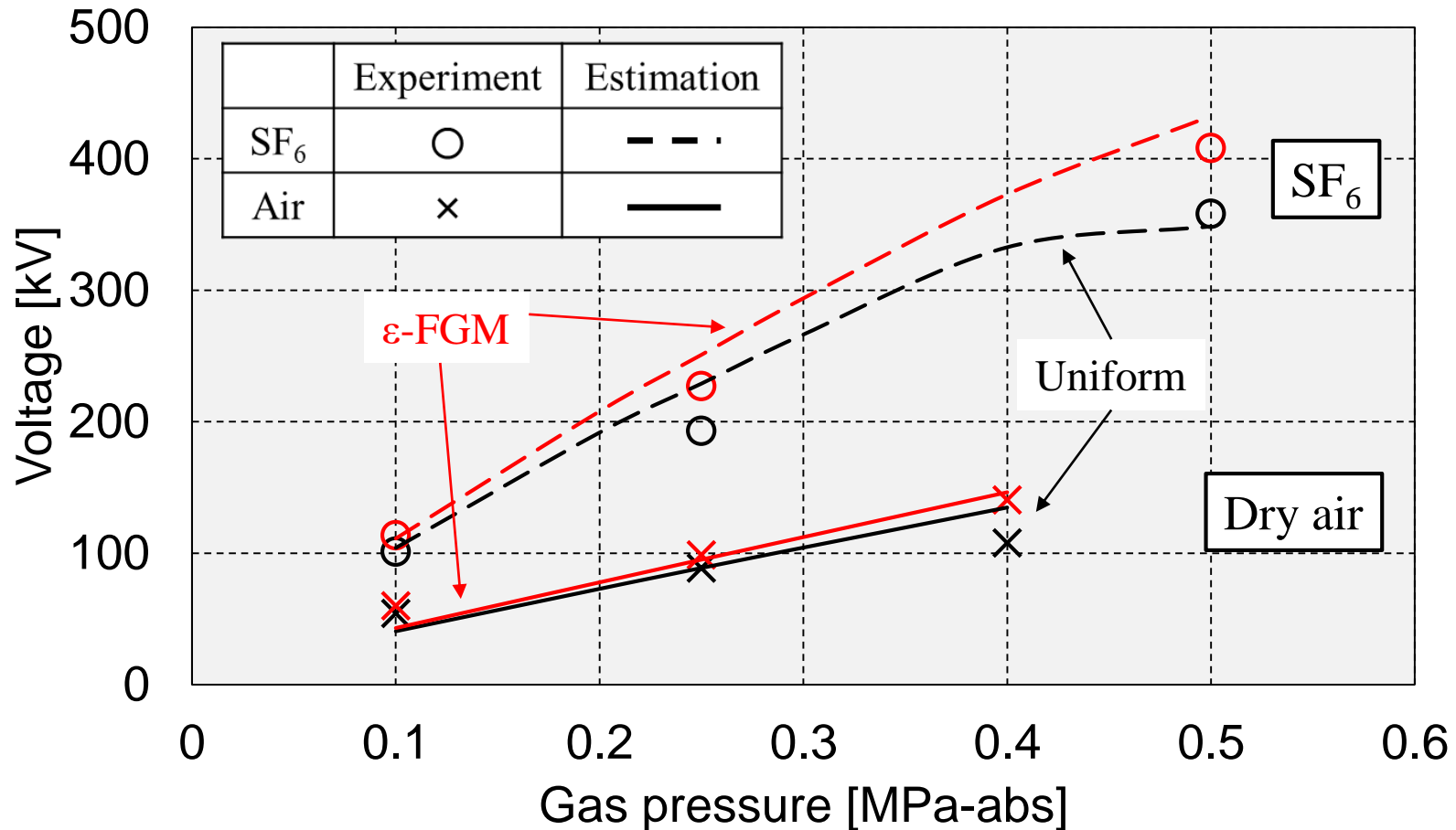
水平方向断面

垂直方向断面



高誘電率材料の密度が高いほどX線を吸収し、画像上の明度上昇
→白に近いほど比誘電率が高い

負極性インパルス課電試験結果



- ・乾燥空気中における絶縁破壊電圧はSF₆ガスの40~50%
- ・SF₆ガス中, 乾燥空気中ともにε-FGMの適用効果を確認

金属異物の影響

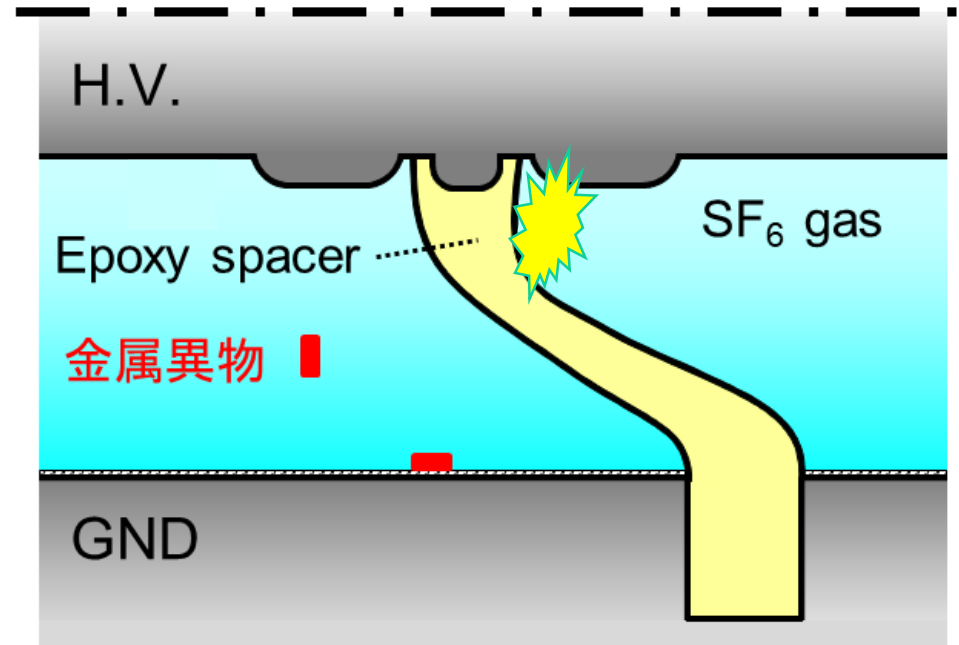
GIS内部に金属異物が混入



金属異物がスペーサに
付着し電界集中



GISの絶縁性能低下



GIS 断面図

→金属異物がスペーササンプルの表面に付着した際の
影響を実験的および解析的に検証

直流の電界制御

a: 交流電界

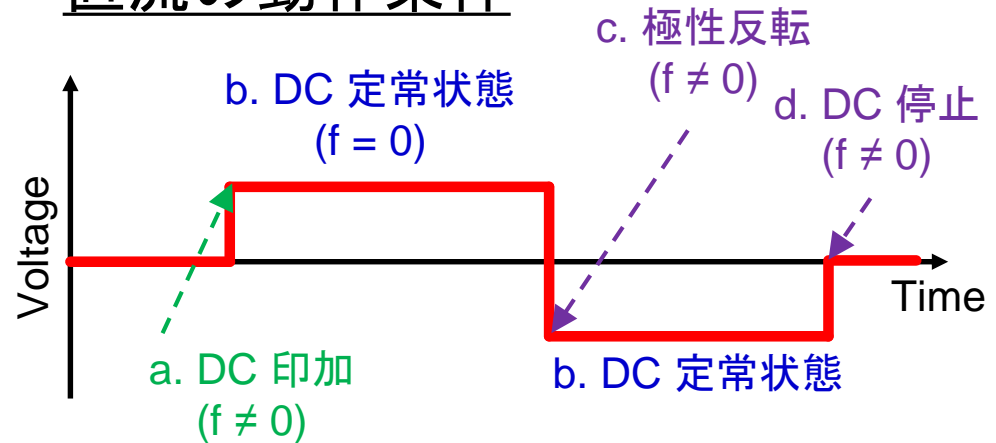
b: 直流電界

c, d: 交流電界+直流電界



直流の動作条件において
交流電界と直流電界の発生

直流の動作条件



Maxwell方程式より

$$\nabla \cdot \left(\epsilon - j \frac{\sigma}{2\pi f} \right) \nabla \varphi = 0$$



・交流の場合 ($\epsilon \gg \sigma/f$)

$$\nabla \cdot (\epsilon \nabla \varphi) = 0$$

→ 誘電率により電界制御可能

・直流の場合 ($f = 0$)

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla \varphi) = 0$$

→ 導電率により電界制御可能

導電率/誘電率傾斜機能材料(ϵ/σ -FGM)

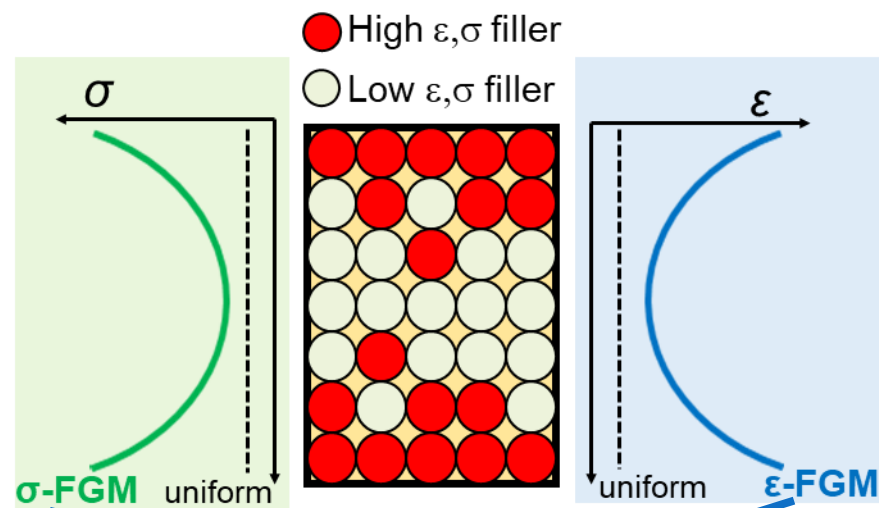
導電率/誘電率
傾斜機能材料 ϵ/σ -FGM
(Functionally Graded Material: FGM)
→ GISスペーサに適用



交流電界と直流電界の緩和

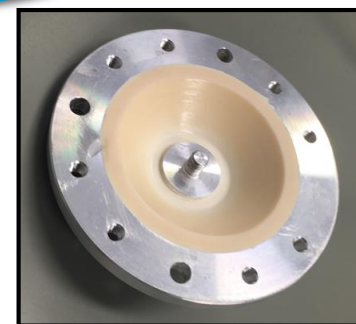
検討項目

- ・ ϵ/σ -FGMスペーサの作製技術の確立
- ・ ϵ/σ -FGMスペーサの解析・実験的による適用効果の検証



ϵ/σ -FGM

適用



GIS spacer