

超高圧真空遮断器の遅発性超高速放電メカニズムの解明とその抑制に関する研究

キーワード：小型超高圧直流遮断器、遅発性超高速絶縁破壊現象の解明、微小金属粒子の発生と性状、挙動の解析、シミュレーション

【代表者】 金子 英治 教授 (琉球大学)

【共同研究者】 山納 康 准教授 / 稲田 優貴 助教 (埼玉大学) / 岩淵 大行 助教 (横浜国立大学)

背景

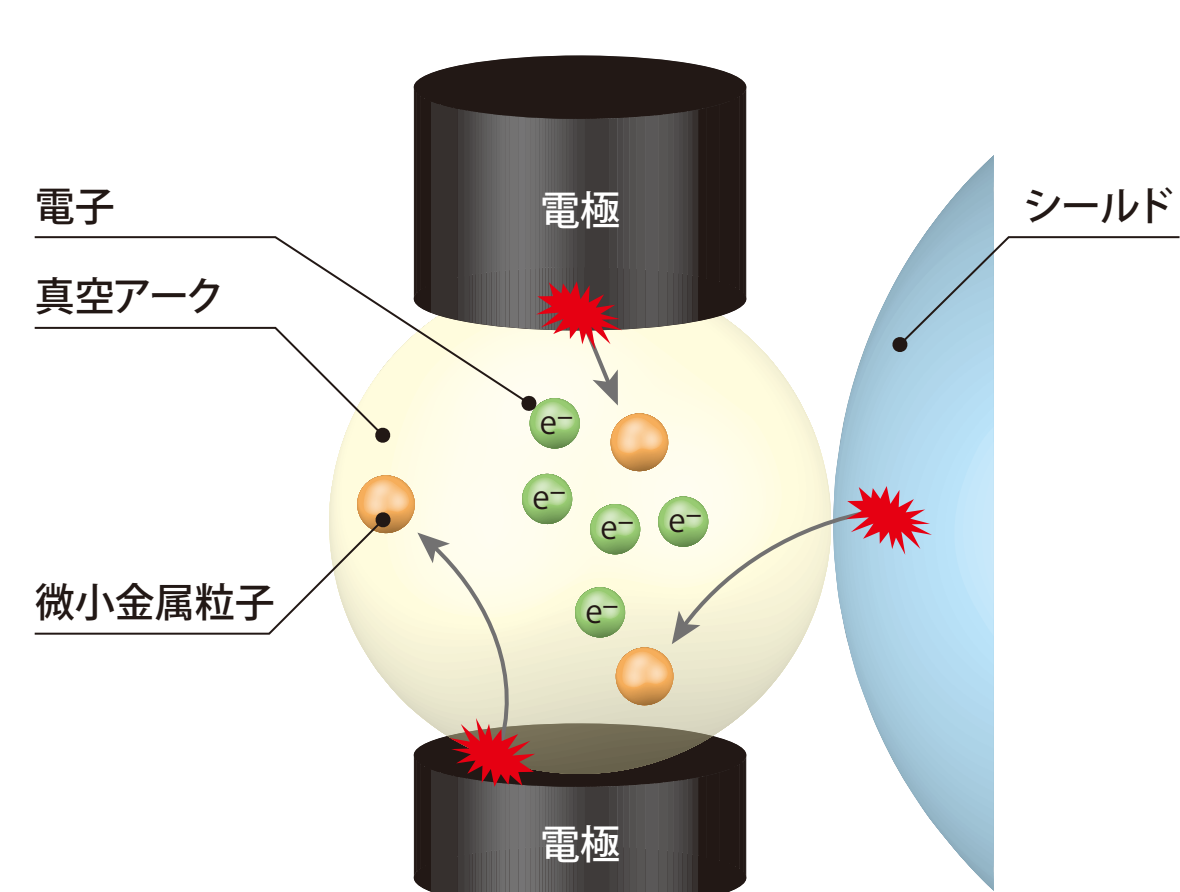
- クリーンで安全安心な電力供給を約束する次世代型電力網として期待される、真空遮断器を根幹に据えた超高圧直流送電システム
- 真空遮断器内部に生起する“突発的微小金属粒子”が絶縁破壊 (NSDD：非持続性破壊放電) を生じさせるため、直流に対する真空遮断器の耐圧は著しく不足
- 直流真空遮断器の飛躍的な高耐圧化を実現するため、微小金属粒子の発生機構や性状、絶縁性能劣化過程のシステムチックな解明が必要

目的

- 微小金属粒子の発生機構、性状を明らかにする
- 微小金属粒子による絶縁劣化過程をシミュレーションとの融合によりシステムチックに解明
- 真空遮断器の高耐電圧化に不可欠な知見を提供

研究項目と分担者の概要

微小金属粒子に起因する発性放電



真空アーク

電極やシールドを加熱

微小金属粒子が発生

1 真空アークに起因した微小金属粒子の発生

- 1.1 電子密度測定：稲田
- 1.2 電極とシールドの温度測定：金子
- 1.3 微小金属粒子の発生観測：金子

3 微小金属粒子に起因した絶縁劣化過程

- 3.1 NSDD (非持続性破壊放電) 現象
電子密度、金属蒸気密度測定：金子、稲田
 - 3.2 過渡回復電圧印加時の再点弧現象
電子密度、金属蒸気密度測定：金子、稲田
- ※研究協力者：熊田亜紀子 (東京大学)

2 発生した微小金属粒子の性状

- 2.1 EDXによる組成分析：山納
- 2.2 SEMによる形状分析：山納

4 シミュレーションモデルの構築

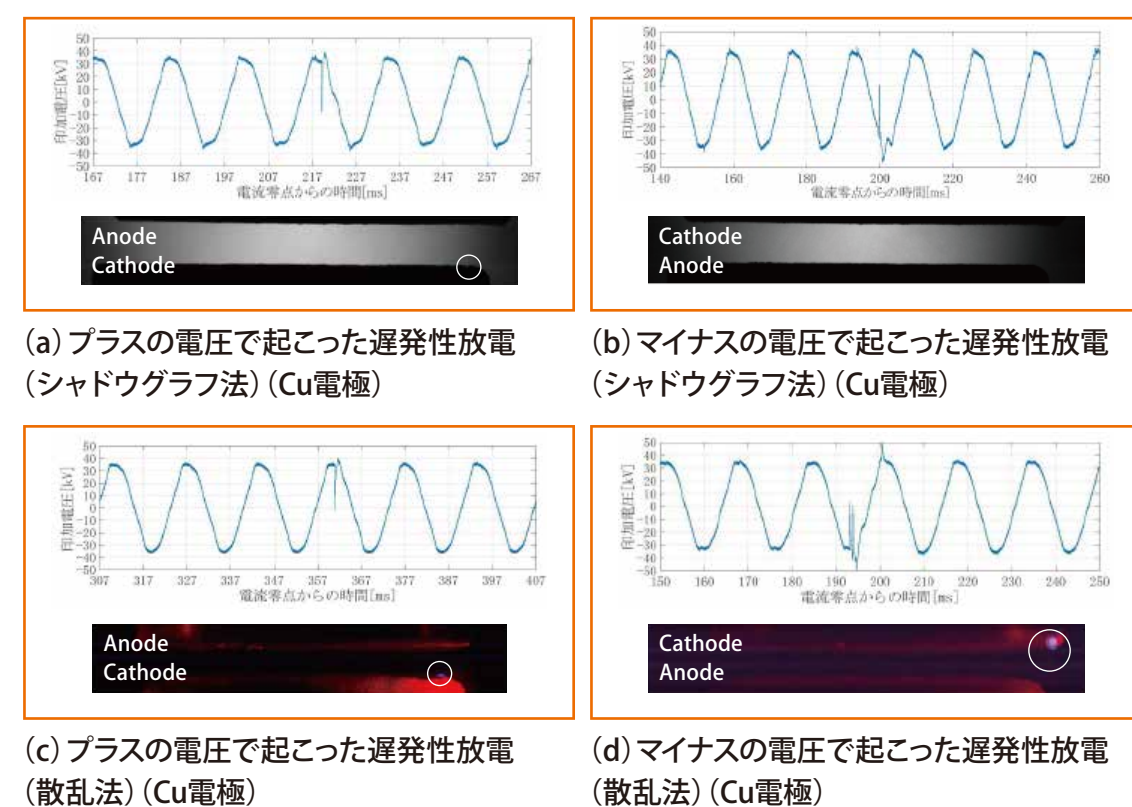
- 4.1 微小金属粒子の挙動：岩淵
- 4.2 新規高耐圧電極材料：岩淵

5 全体統括

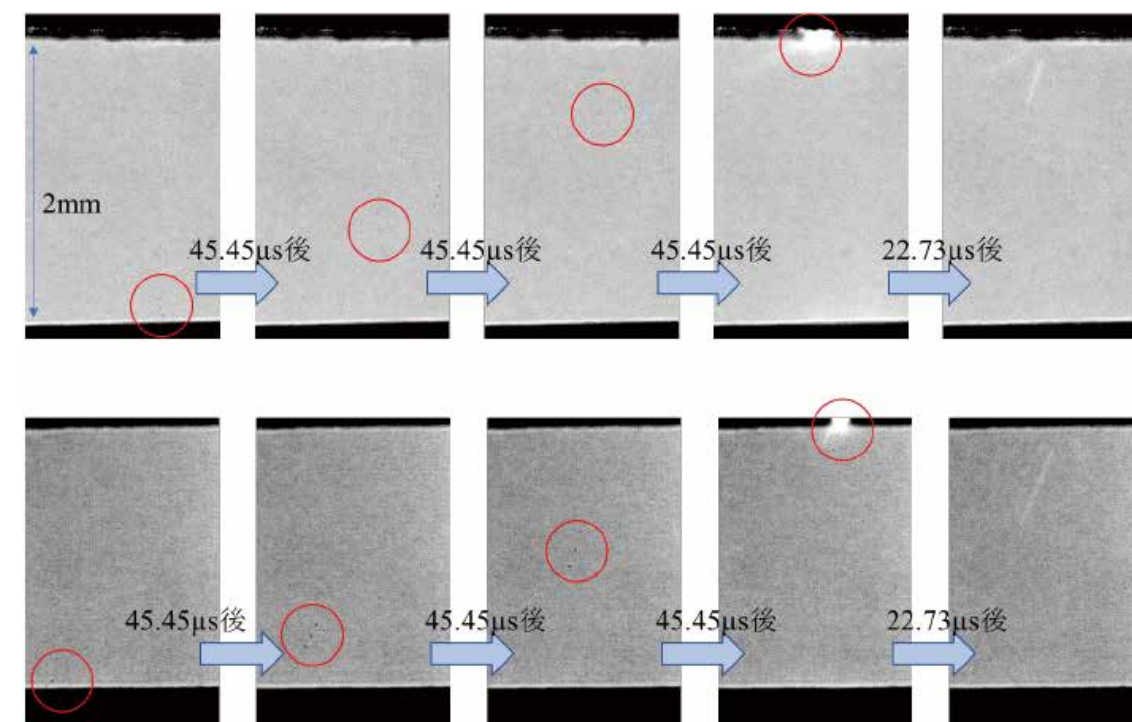
金子、山納

1 真空アークに起因した微小金属粒子の発生

NSDD 発生時に観測された発光

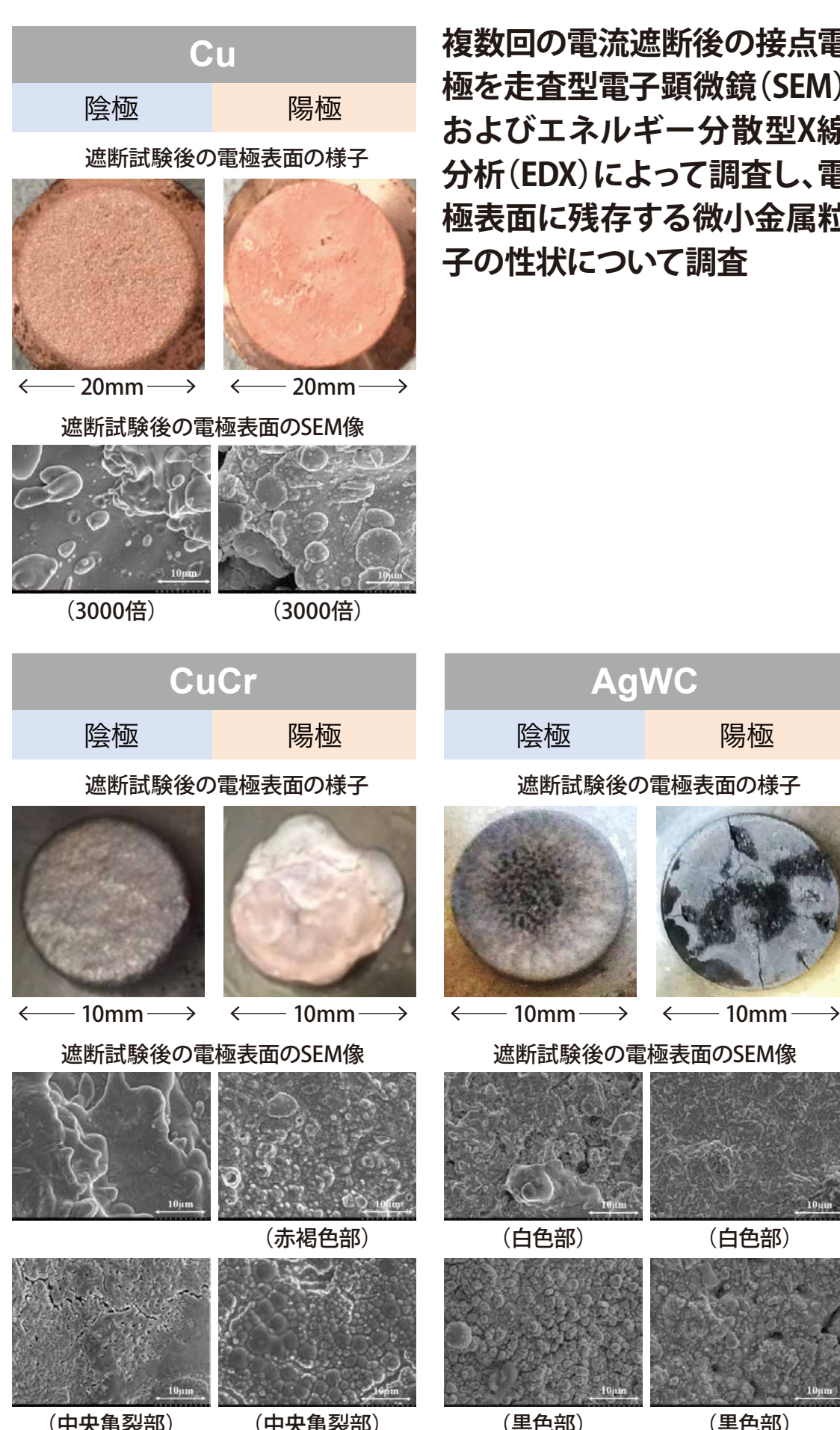


NSDD 発生時の粒子挙動タイプ



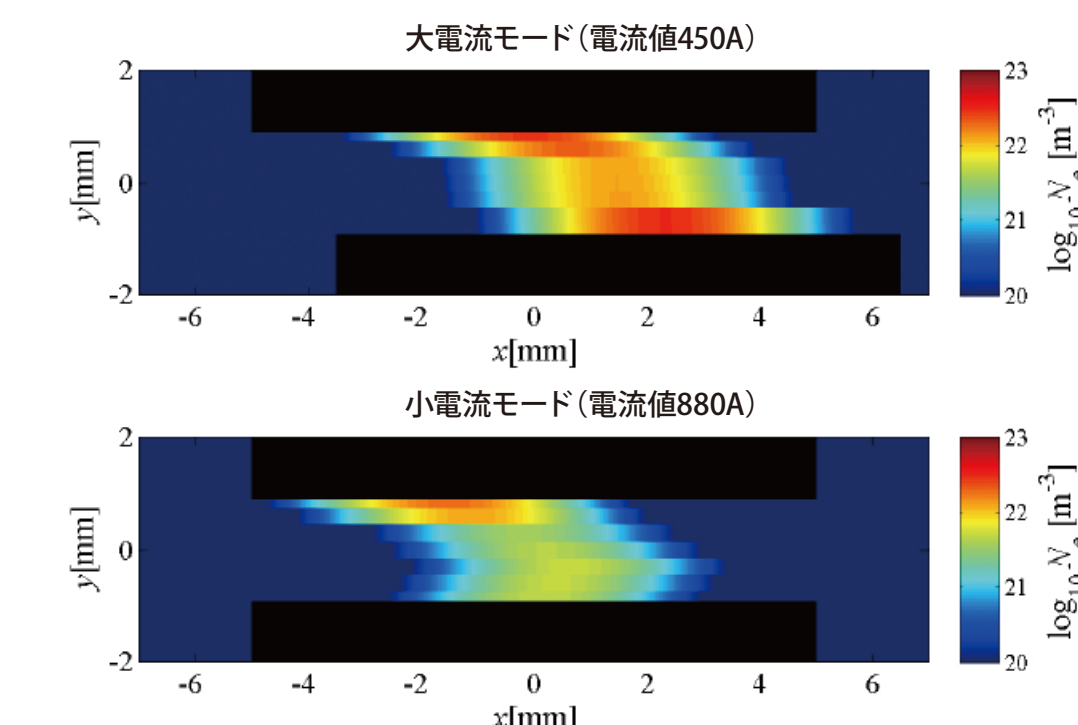
高速度カメラとレーザーの組み合わせにより、回復電圧印加下の電極間の様子を撮影しNSDDに起因する微小粒子の発生、挙動を観察

2 発生した微小金属粒子の性状

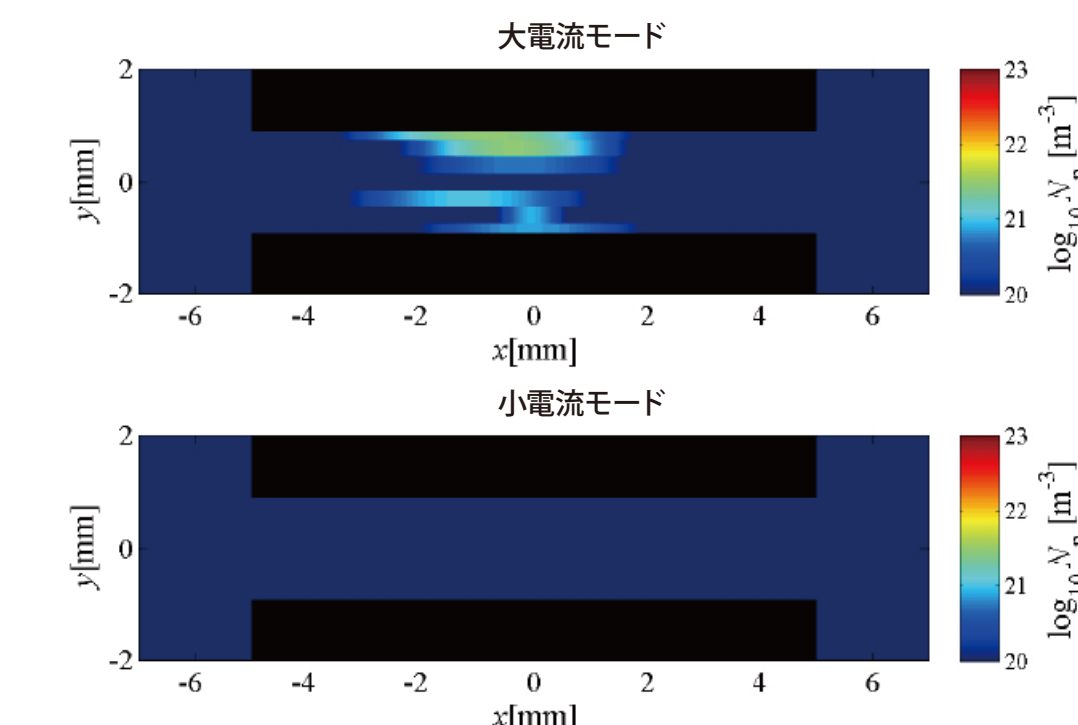


3 微小金属粒子に起因した絶縁劣化過程

真空アーク内の2次元電子密度分布



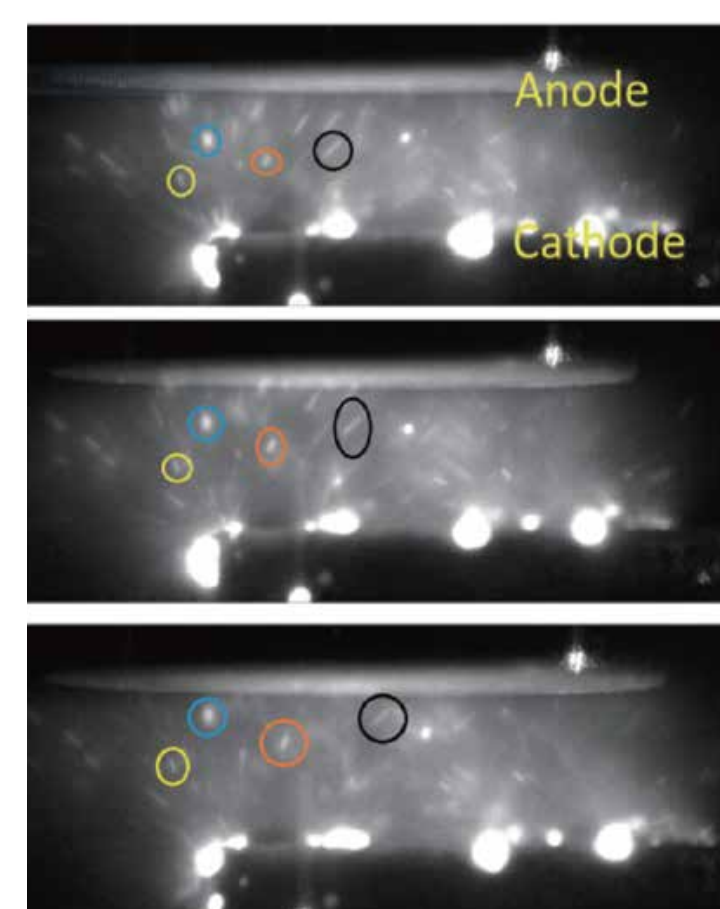
電流ゼロ点における2次元金属蒸気密度分布



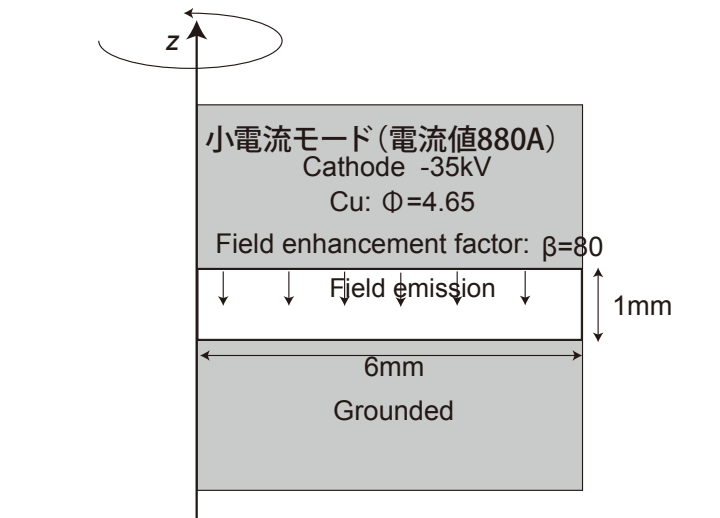
真空遮断器の電極間に真空アークを点弧させ、電子密度と金属蒸気密度の測定により、①真空アークのモード、②液状粒子のアノード電極への付着形態、③NSDDの発生プロセス、これらの関係性を明らかにする

4 シミュレーションモデル構築

アーク点弧中に拡散する金属粒子



真空中における電界電子放出電流の挙動に関するシミュレーションモデル



電流遮断前後の電極間の様子をレーザー光とハイスピードカメラを用いて撮影し、放出される微小粒子の挙動を解析すると共に、電極からの電界電子放出現象が遅発性放電に与える影響をシミュレーションによって考察

持続可能な先進エネルギー・環境社会の構築へ

- 微小金属粒子の発生機構や性状、絶縁性能劣化過程の解明
- 真空遮断器の高耐電圧化に不可欠な知見の提供

高耐圧化、高信頼性を有する直流真空遮断器の開発

クリーンで安全安心な電力供給を約束する次世代型電力網
超高圧直流送電システムの実現