

化学研磨を施した無酸素銅電極の 真空中絶縁破壊特性

埼玉大学工学部電気電子システム工学科

佐伯 昌吾

小林 信一 教授

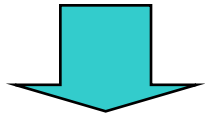
山納 康 准教授

高エネルギー加速器研究機構

齊藤 芳男 教授

背景

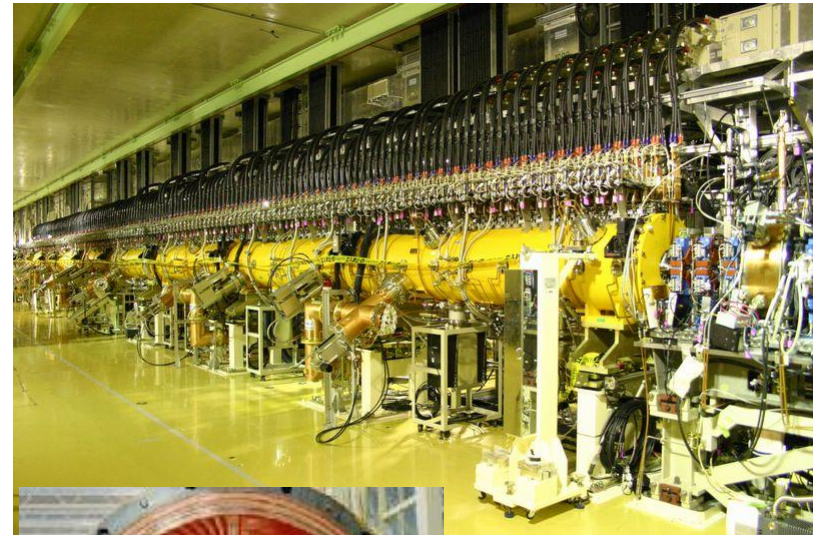
- 高エネルギー粒子加速器のような高真空中で高電圧が印加される先端科学機器の性能・信頼性の向上のために、真空中の絶縁耐力の向上が求められている。



- 真空ギャップの絶縁耐力は電極表面状態に大きく左右される。



- 化学研磨を電極に施すことで、電極の表面を清浄化し、絶縁破壊耐力の向上を図る。
- 本研究では、電極のXPS表面分析も行い、化学研磨による表面の変化と絶縁破壊の関係も考察する。



線形加速器(J-PARC)

※ 高エネルギー加速器研究機構HPより

目的・実験内容

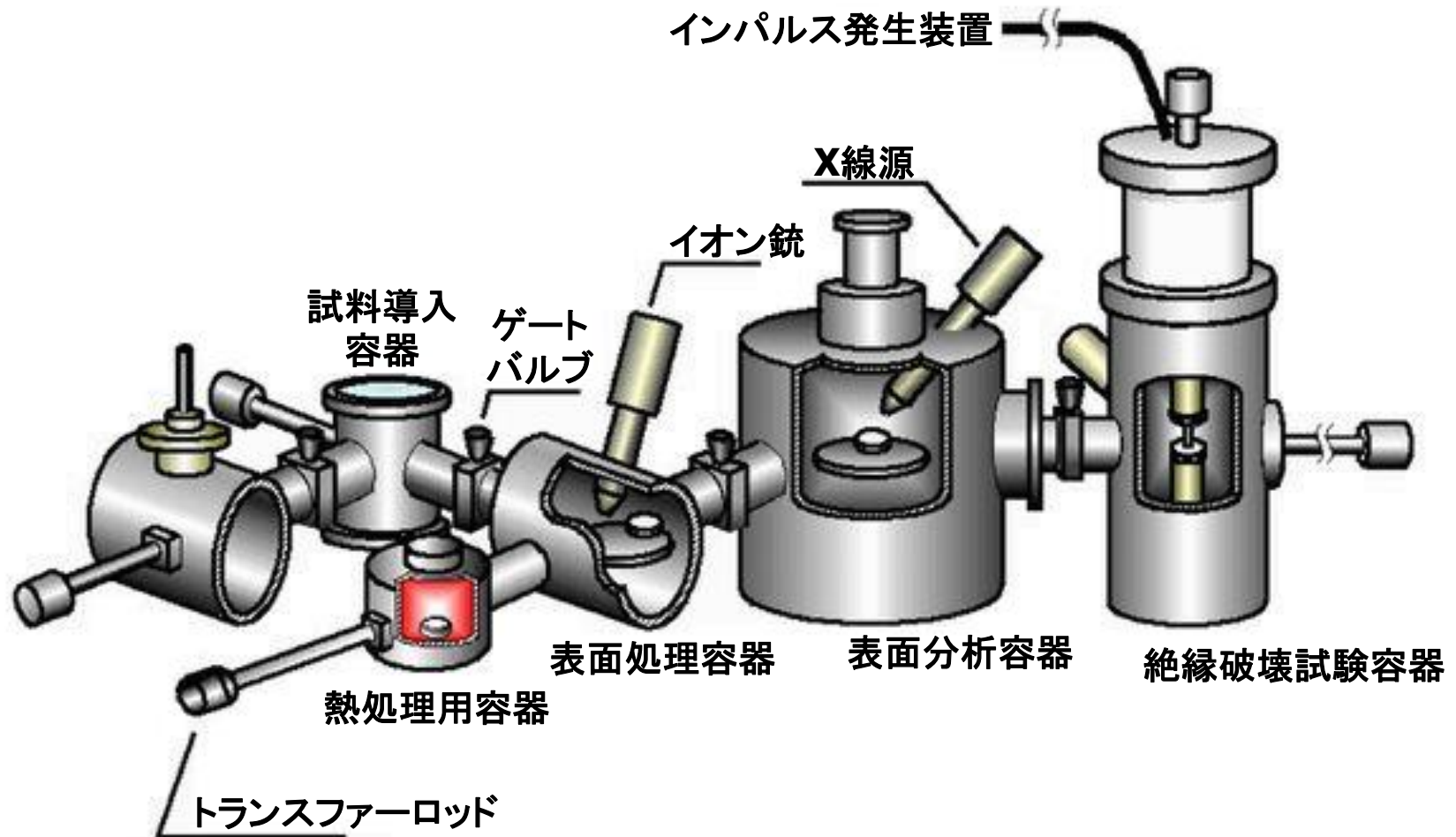
○ 目的

- 化学研磨と化学研磨後の表面処理が無酸素銅電極の真空中での絶縁破壊特性にどのような影響を与えるのか測定する。
- XPS表面分析を絶縁破壊試験と同時に行い化学研磨と化学研磨後の表面処理による表面状態の変化と絶縁破壊の関係について調べる。

○ 実験内容

- 一連の操作を同一真空系内にて行うことができるin-situ実験装置を使用し、化学研磨した電極を用いて以下の測定を行った。
 - XPS表面分析(絶縁破壊試験前後)
 - 500回の繰り返し絶縁破壊試験

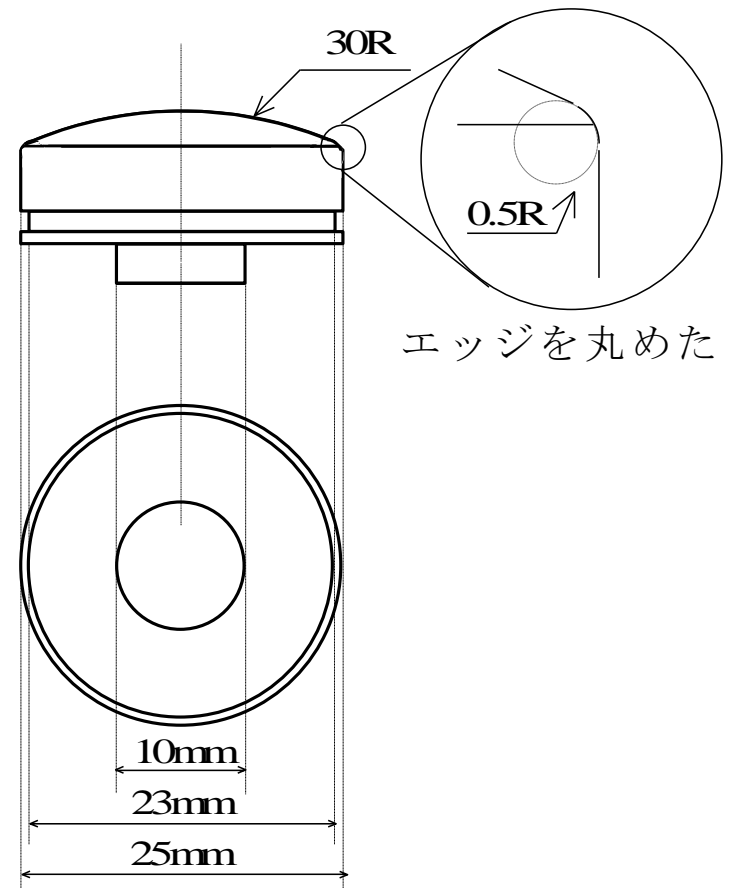
in-situ実験装置



in-situ実験装置概略図

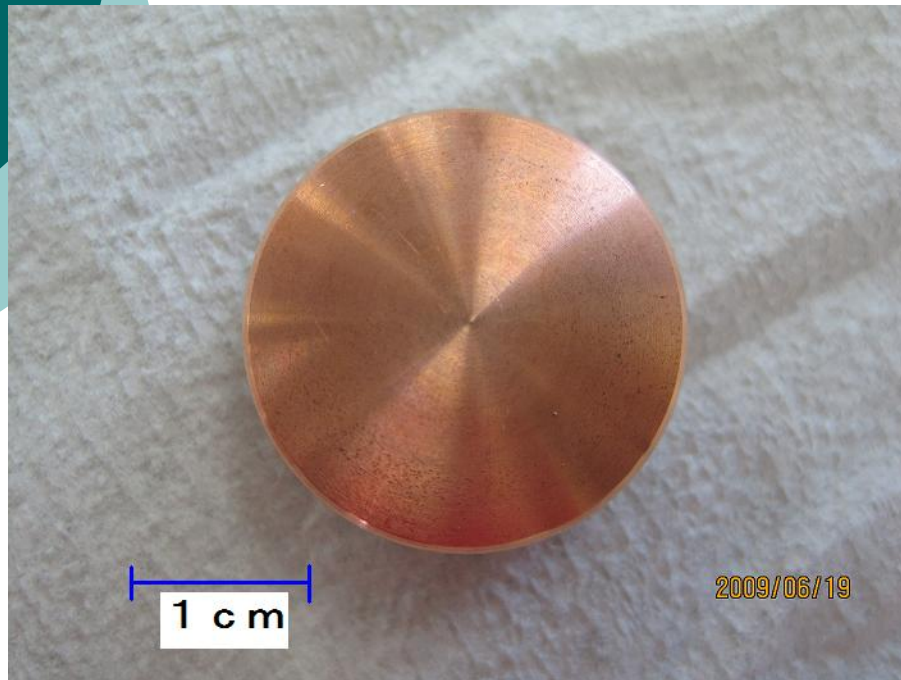
使用電極

- 本実験では2種類の電極を用いた。
 - 通常の旋盤(ハイスバイト)で加工された無酸素銅電極(JIS規格C1020)
 - ダイヤモンドバイトで精密加工された無酸素銅電極(ASTM規格Class1)



電極形状

化学研磨前後の電極(ハイスバイト加工)

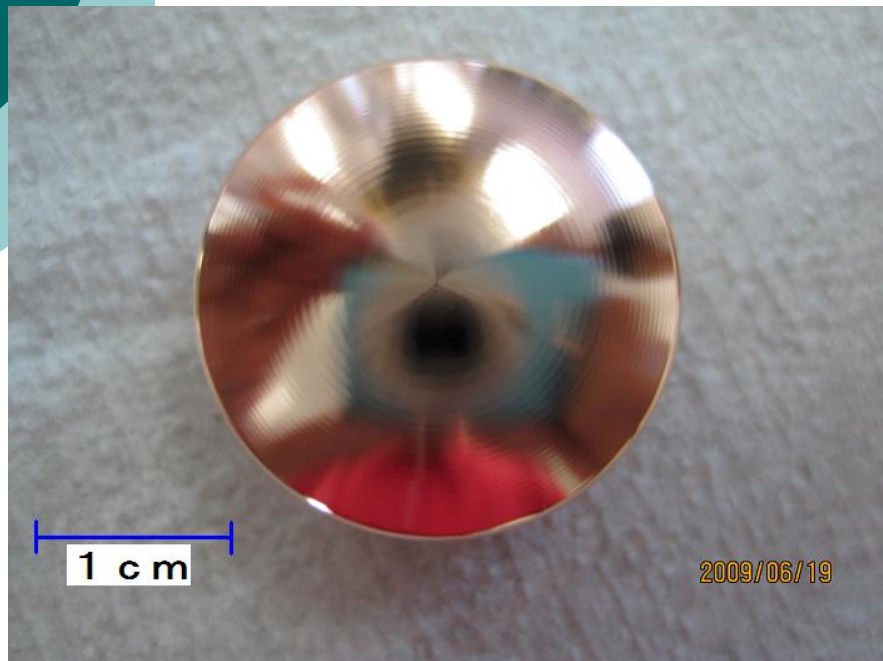


研磨前の電極



研磨後の電極

化学研磨前後の電極(ダイヤモンドバイト加工)

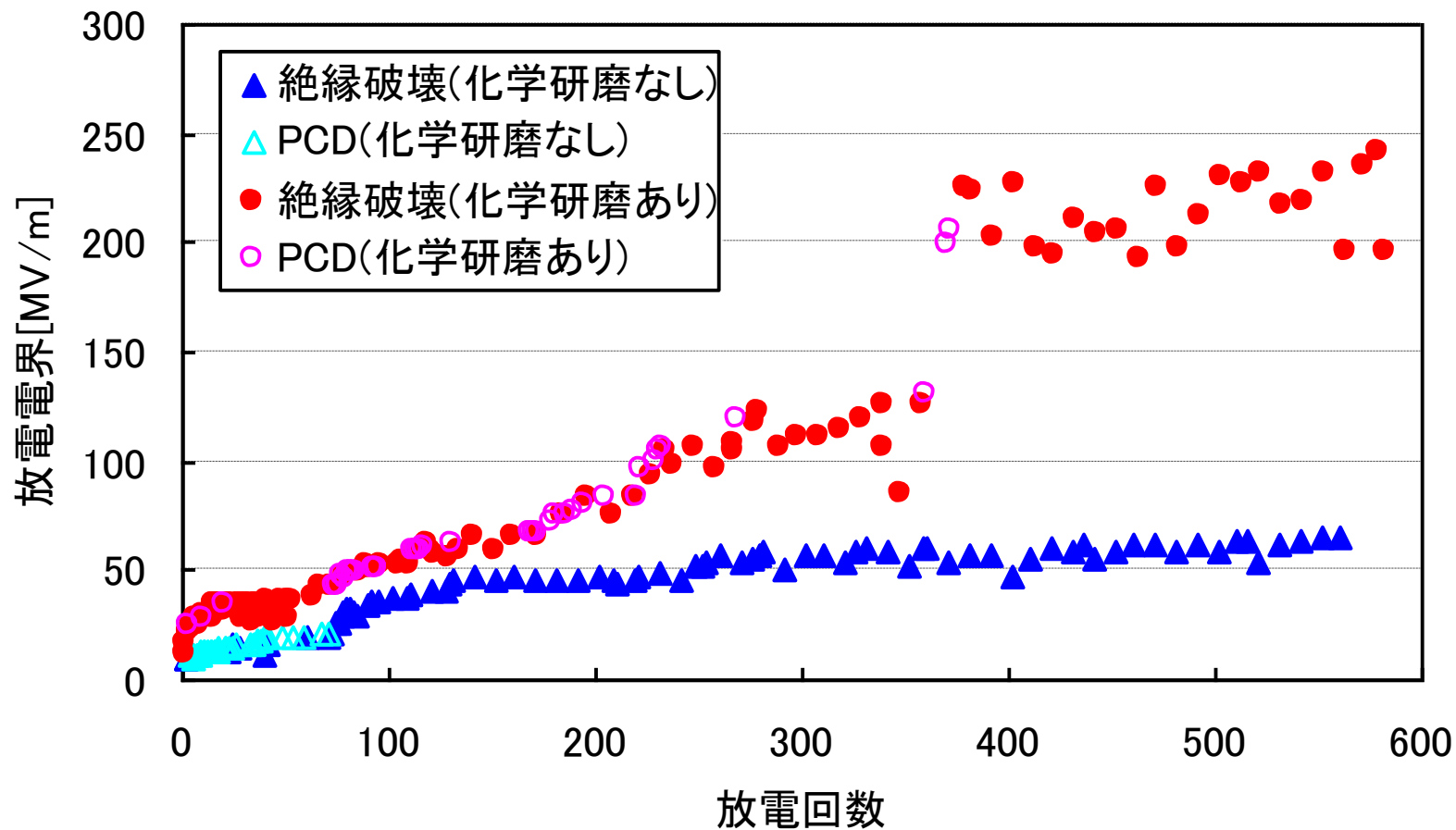


研磨前の電極



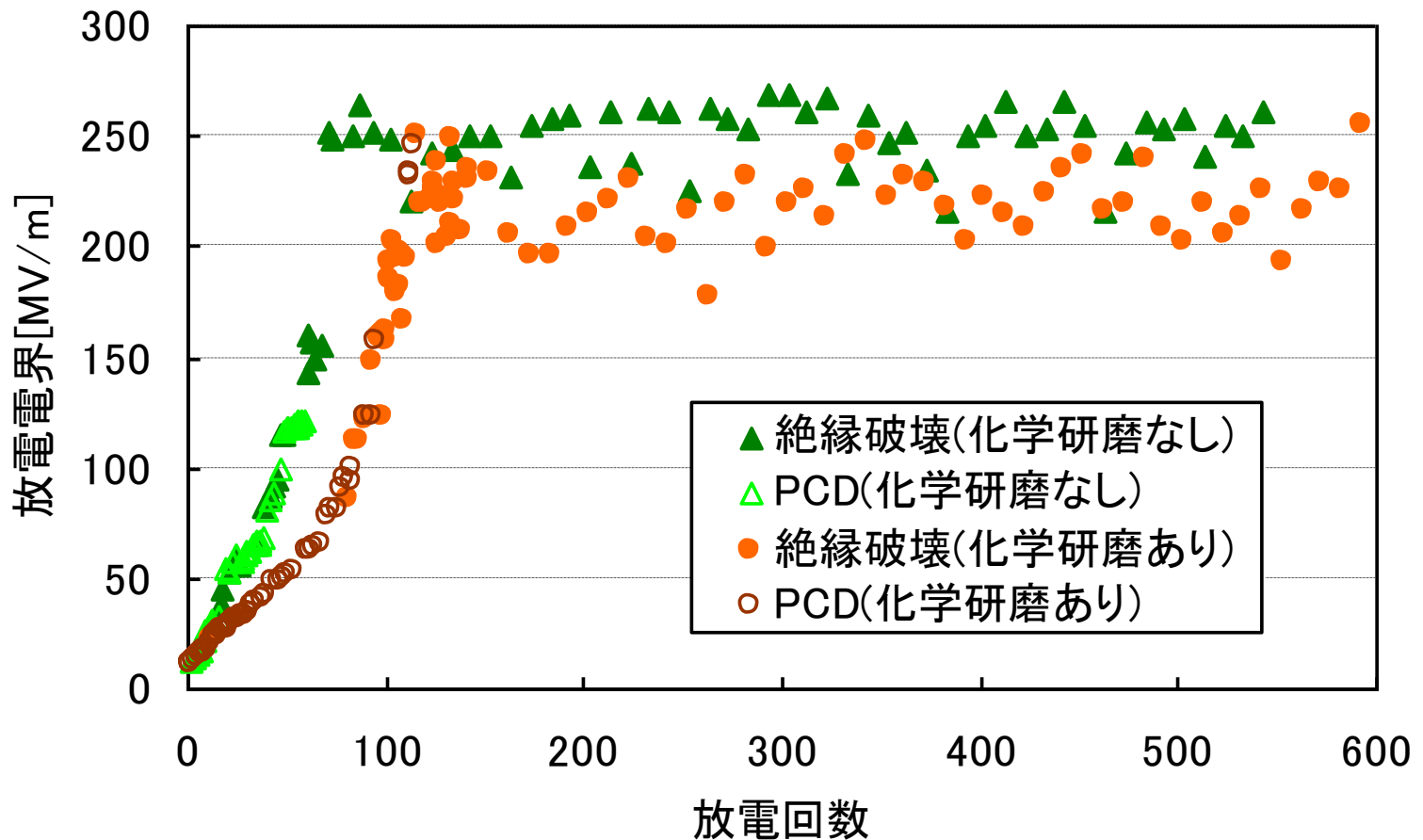
研磨後の電極

絶縁破壊試験結果 (ハイスバイト加工電極)



PCDを含めた真空中絶縁破壊試験結果

絶縁破壊試験結果 (ダイヤモンドバイト加工電極)



PCDを含めた真空中絶縁破壊試験結果

まとめ

- 通常の旋盤(ハイスバイト)で加工した電極に化学研磨を施すと、電極表面が平滑化・清浄化され、初期絶縁破壊特性に大きな変化は無いものの、コンディショニング飽和後の絶縁破壊電界を向上させることができた。
- ダイヤモンドバイトで精密機械加工された電極に化学研磨を施すと、初回絶縁破壊電界、コンディショニング飽和後の平均絶縁破壊電界の値が低下し、PCD発生回数が増し、コンディショニング飽和まで多くの放電回数を要するなど、良い結果は得られなかった。これは電極表面のクロメート皮膜による影響が大きいと考えられる。