

シンプル構造で安定化・低電圧化 できるスパークプラグ

新潟大学 工学部 工学科
電子情報通信プログラム
准教授 菅原 晃

令和2年12月17日

スパークプラグ 従来技術と用途

従来技術：電極間に高電圧を印加し，火花放電により燃料を引火する。

用途：ガソリンエンジンの点火プラグ，石油またはガスファンヒータ点火装置，ガスコンロの点火装置

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の課題であった**放電開始電圧の低電圧化とバラツキを改良**することに成功した。
- 従来は、陰極点の位置に偏りが生じた。セラミックパイプが三重点（トリプルジャンクション）を構成すると共に沿面放電による**安定した放電チャンネルを形成し、放電電流を大きく**すること（注入エネルギーの増大）が可能となった。

新技術の特徴・従来技術との比較

- シンプルかつ簡単加工で製作できる。陰極金属棒は、先端の先鋭化が不要なく裁断するだけで済む。
- 本技術の適用により、高電圧発生回路の小型軽量化が可能になると共に、ミススパークの低下による燃焼効率向上が期待される。

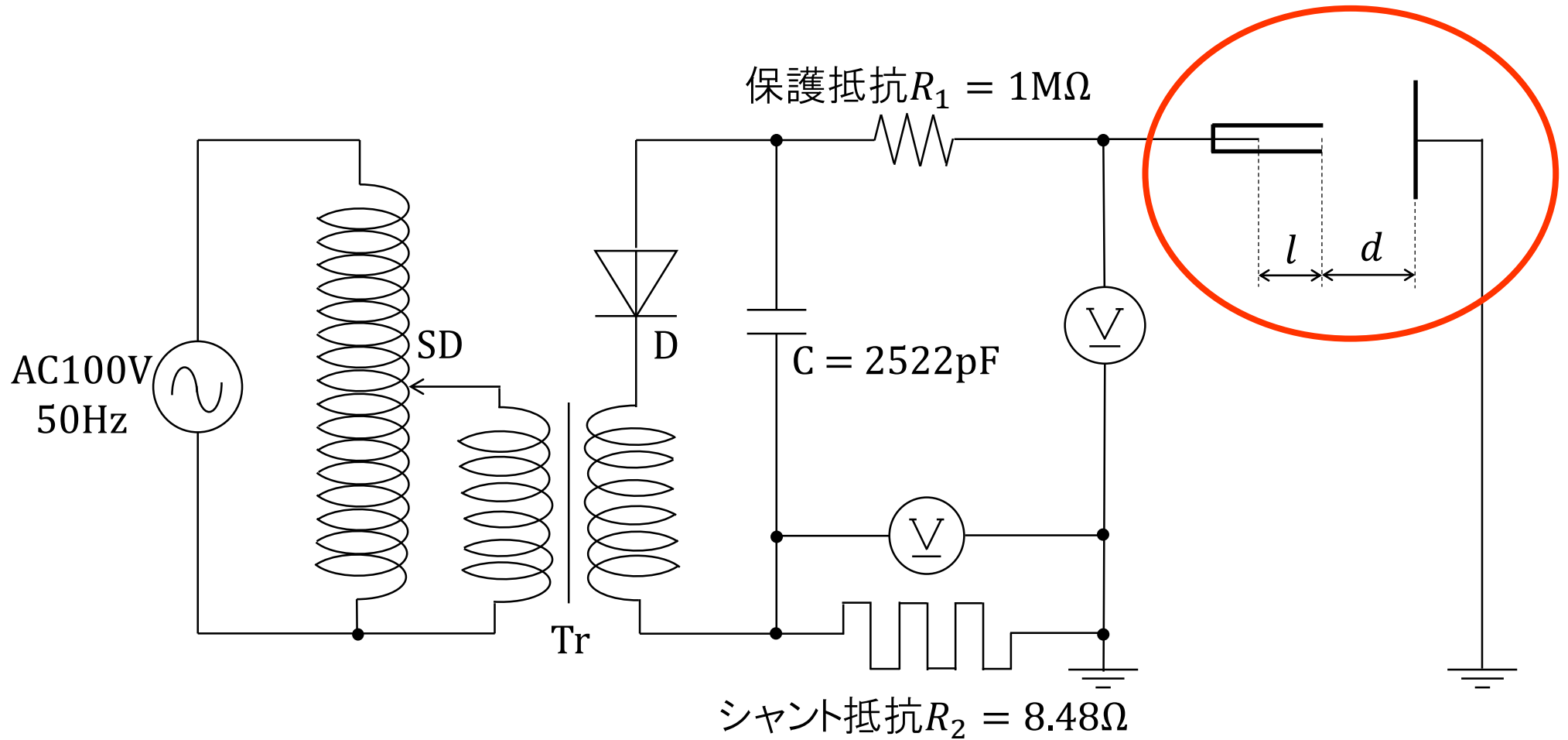


図1 実験回路

平板電極とカソード先端までの距離 d [mm]
セラミック端から針電極先端までの距離 l [mm]

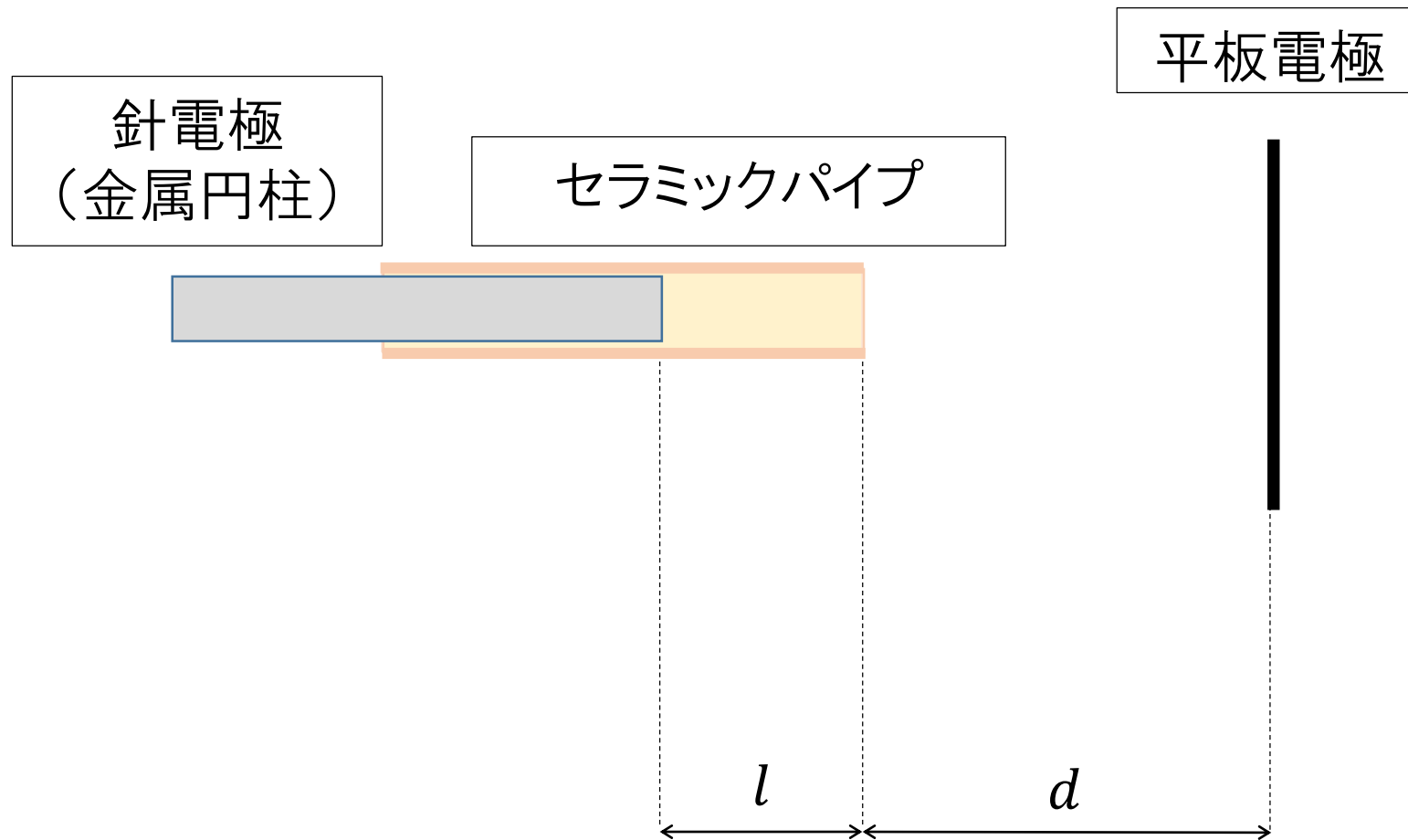


図2 平板電極と沿面放電冷陰極(図1赤マルの拡大図)

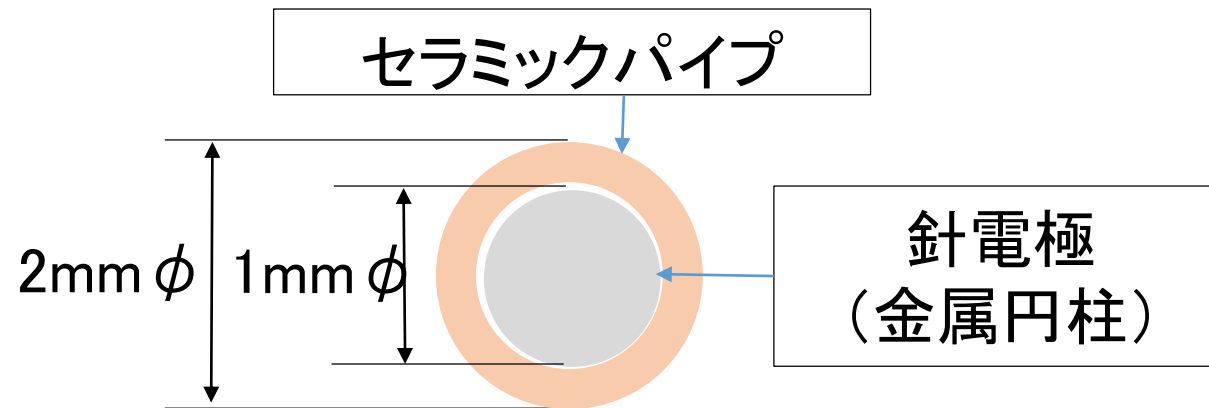
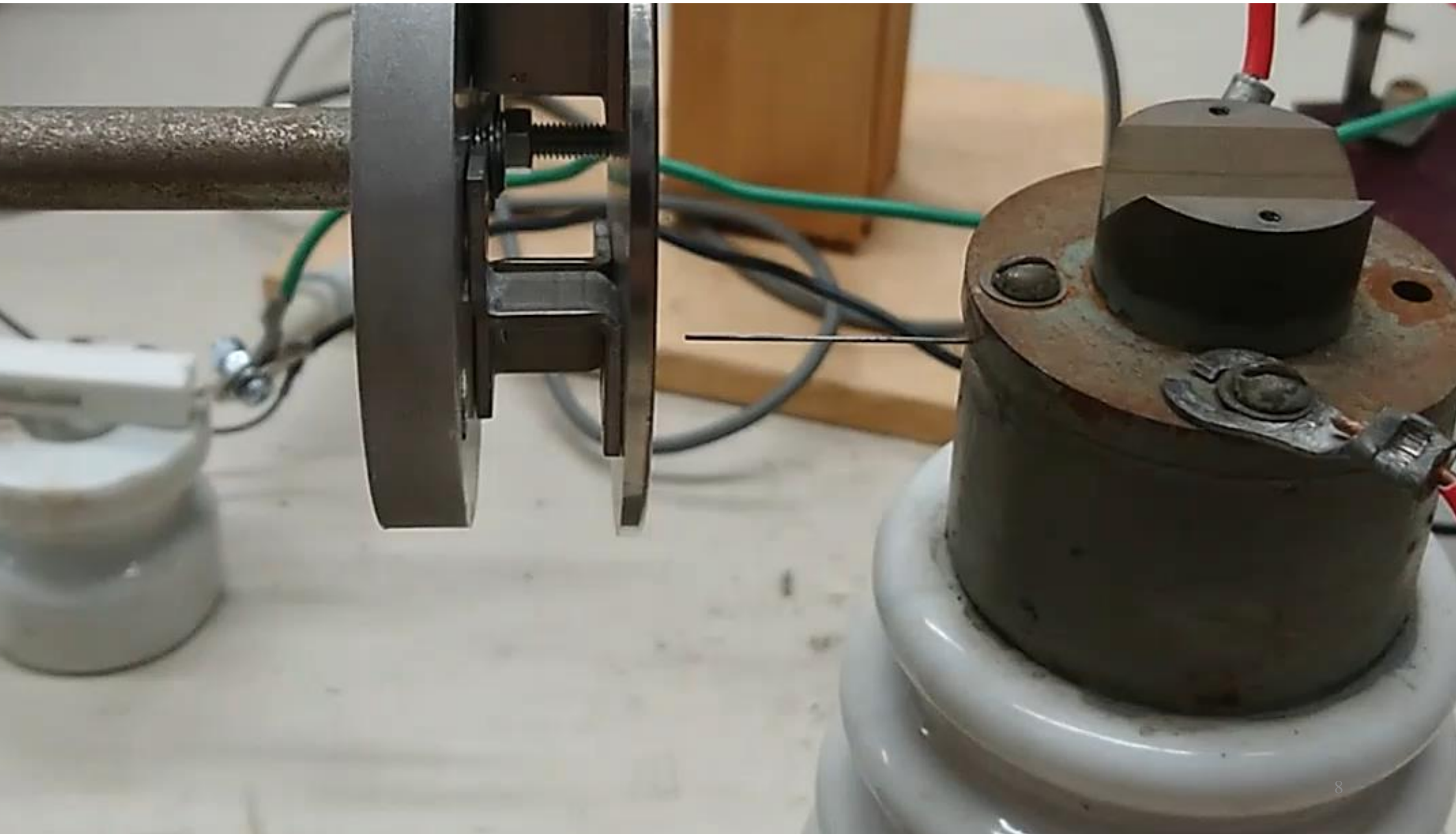
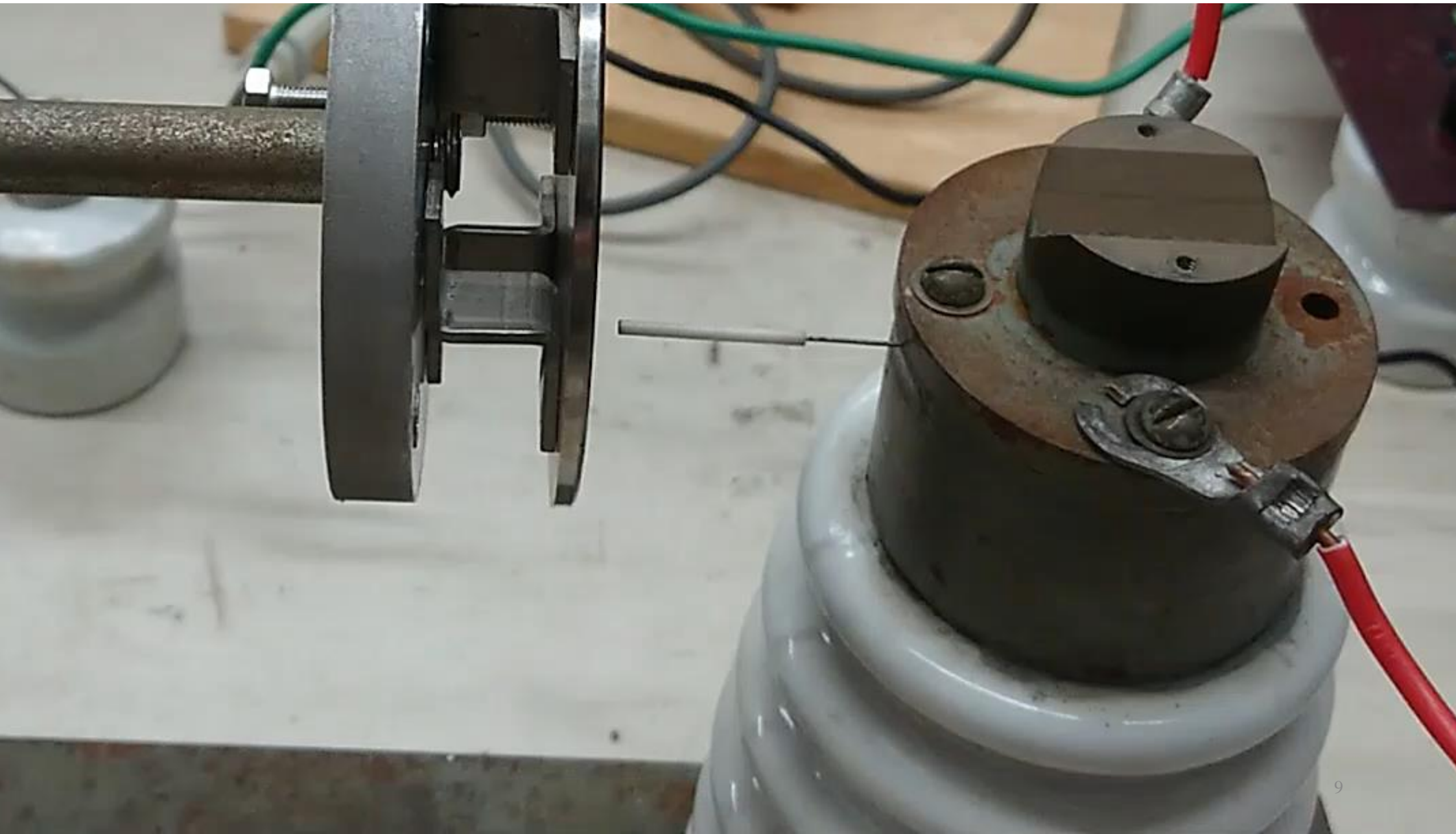


図3 沿面放電冷陰極正面図(図2陰極を右から見た図)

セラミックなし, $d=5$



セラミックカソード: $\ell = 2$, $d = 5$



セラミックなし, $d=5$

セラミックあり $l=2, d=5$

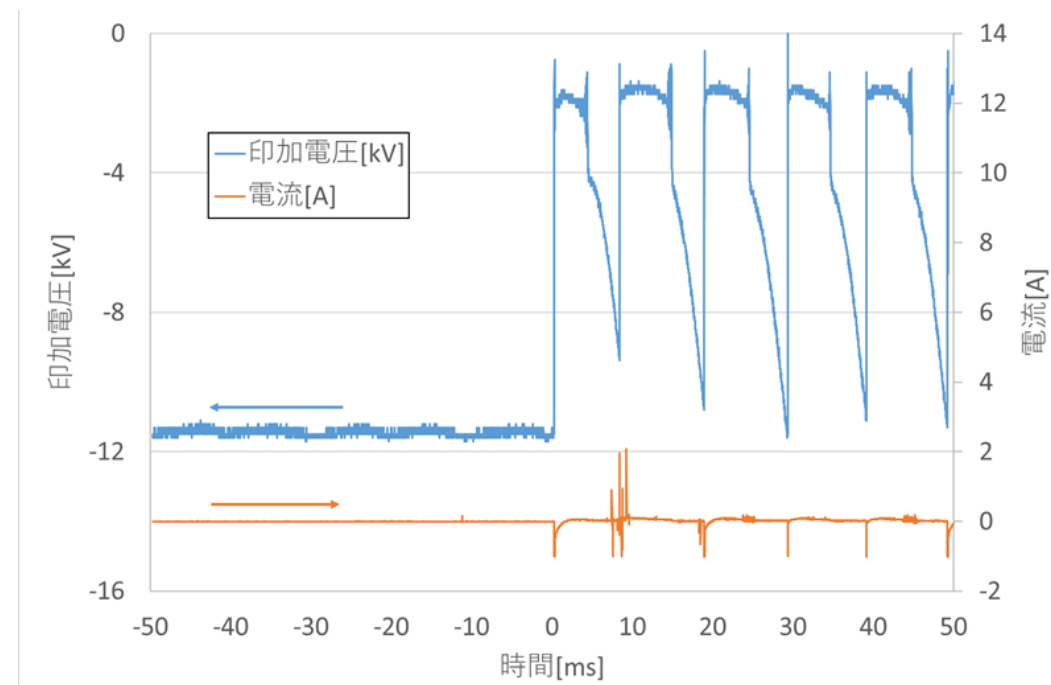
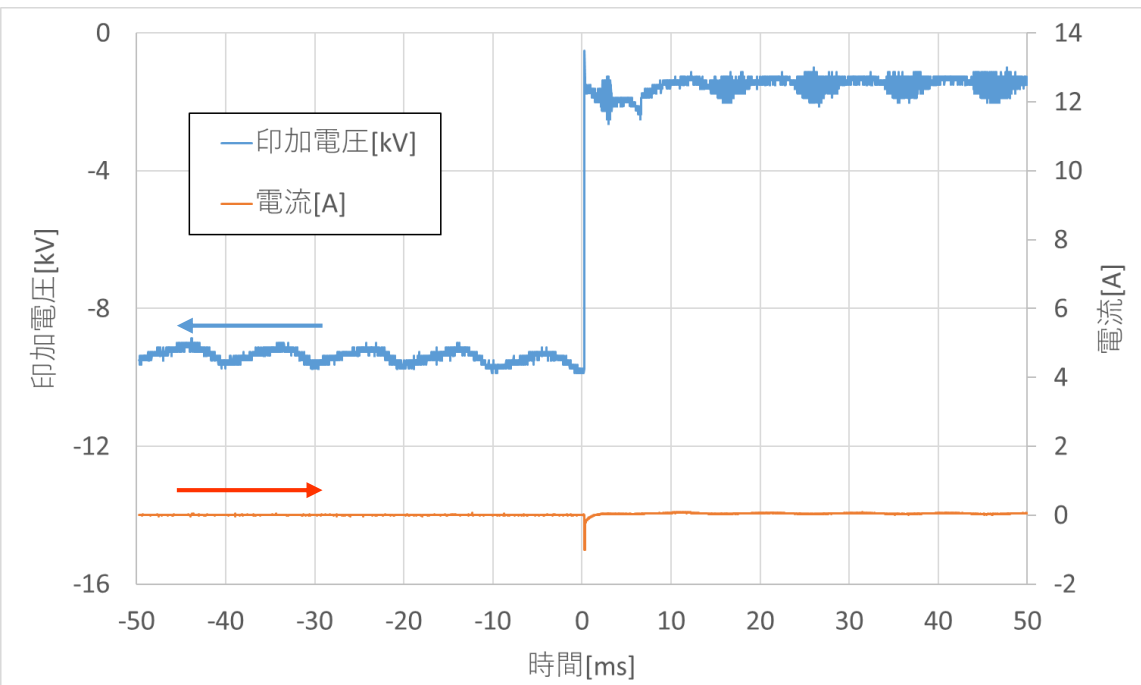
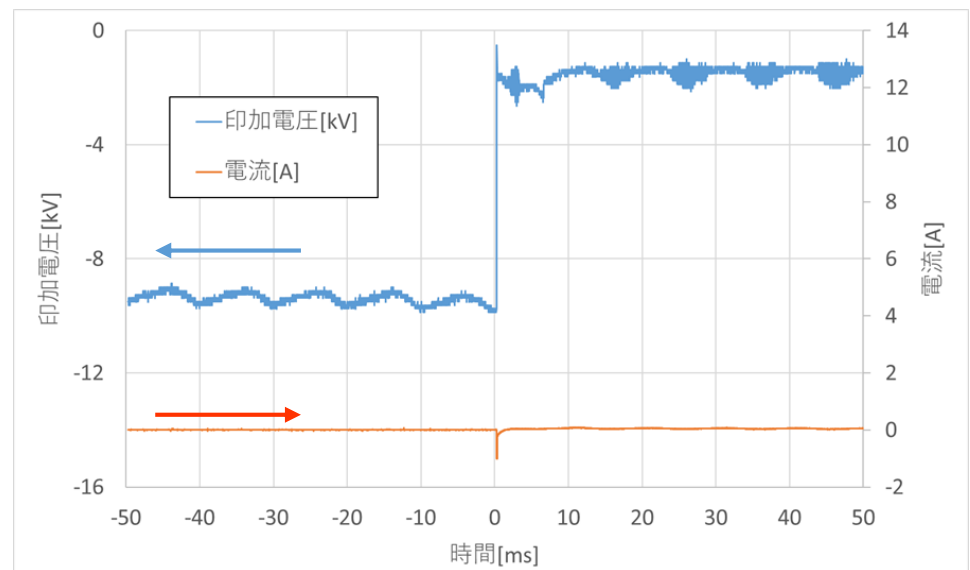


図4 放電波形

セラミックなし, $d=5$

- セラミックパイプを用いない
従来の針電極

印加電圧約-10kVで放電を開始し電圧が下がり（時刻0）、以降は持続放電を維持した。

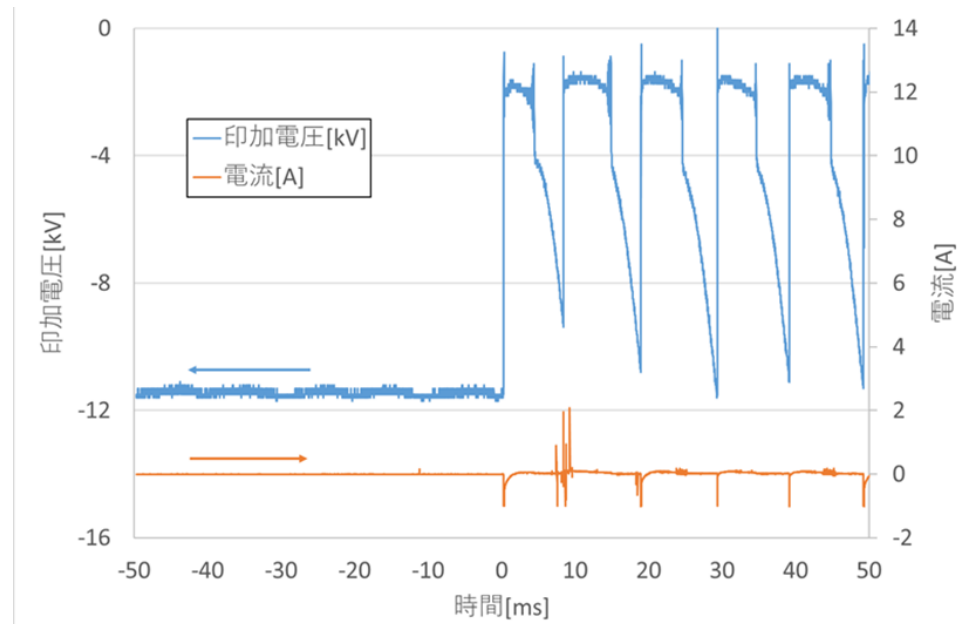


セラミックあり $l=2, d=5$

・ 沿面放電冷陰極

印加電圧約-11kVで放電を開始し，約5ms後に放電が休止しコンデンサが充電され，約-10kVで放電し，これを繰り返す。

休止は，コンデンサの電荷が抜けて放電を維持できなくなっていると考えられる。すなわち，針電極に比べ持続電流が多く流れると考えられる。



ここで，放電電流は保護抵抗で制限しており，コンデンサを含む電源側の容量により上限は変更できると思われる。

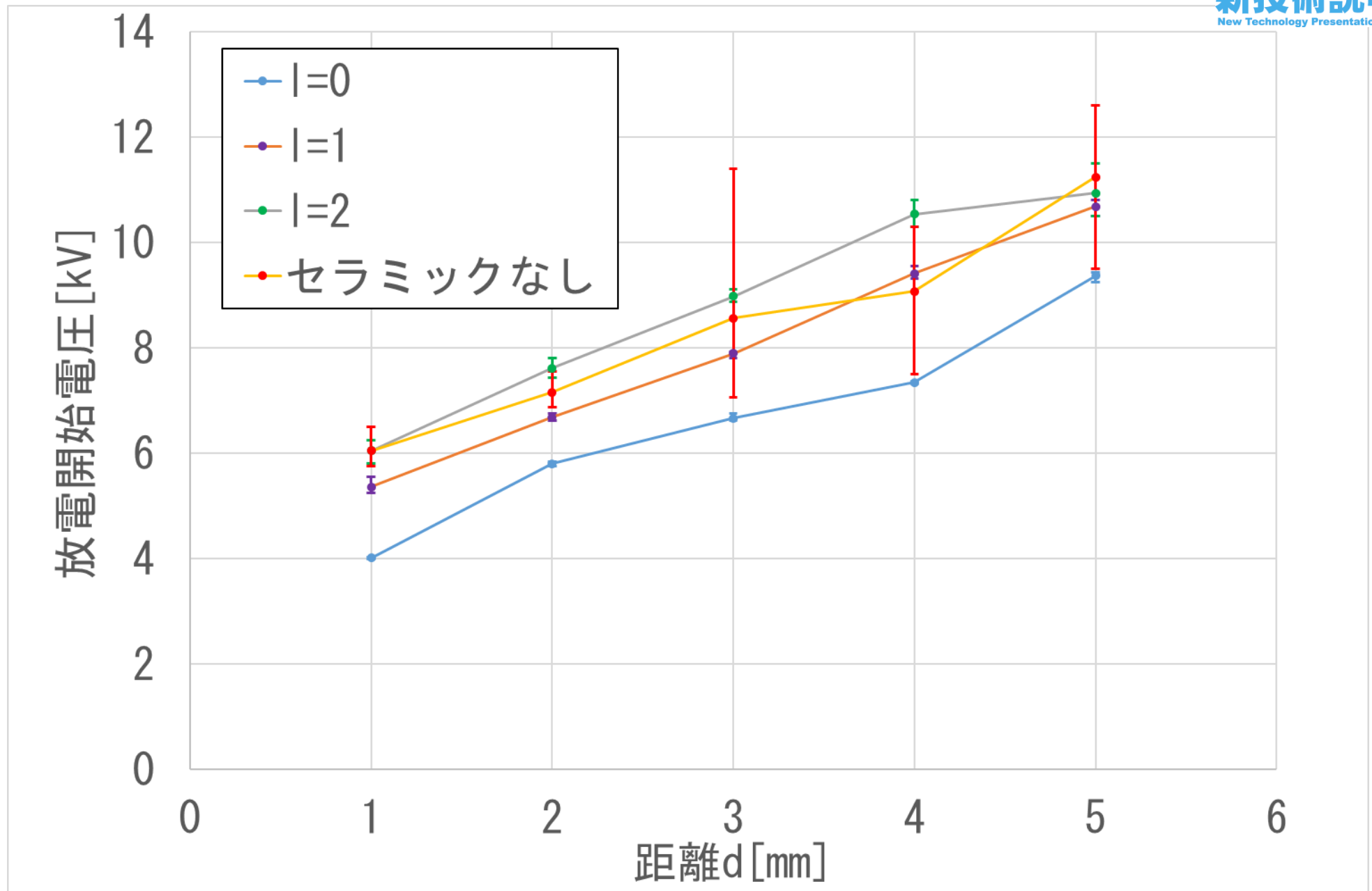


図5 放電電圧特性

考 察

- 陰極の金属先端に注目すると、セラミックなしと沿面放電冷陰極の $l=0$ は同じ位置で、 $d=5\text{mm}$ では放電開始電圧は約 -9kV と約 2kV 低下した。
- また、 $l=2\text{mm}$ 、 $d=3\text{mm}$ も金属先端は同じ位置にあり、放電開始電圧は $l=0\text{mm}$ と同じ約 -9kV であった。すなわち、沿面放電冷陰極は放電開始電圧を低下させることができるものと考えられる。
- さらに各プロットのバラツキを見るとセラミックなしは大きな幅をもつものに対し、沿面放電冷陰極は安定した一定の放電開始電圧となっていることが分かる。

まとめ

- 針対平板電極において、従来の針電極と外側に誘電体円筒を付加した沿面放電冷陰極との放電特性の違いを測定した。
- 沿面放電冷陰極の $l=0\text{mm}$ が最も低い放電開始電圧となり $d=5\text{mm}$ において約 -9kV であった。
- また、沿面放電冷陰極は放電開始電圧のバラツキが無く、安定していることがわかった。
- 結論として、針電極に沿面放電冷陰極を付加することで放電開始電圧を約15%低減できることが分かった。

想定される用途

- 点火プラグ、オゾナイザー、放電加工への適用が考えられる。
- 点火プラグ：ガソリンエンジン、ファンヒーター、ガスコンロ、給湯器の放電電極に適用することで、放電の安定化と共に、高圧電源の小型軽量化が期待される。
- 放電加工：陰極点の偏りが抑えられることで、電極消耗（メンテナンス、コスト）の低減が可能と思われる。

実用化に向けた課題

- 研究室レベルでの実験データ収集は可能だが、用途に応じた実証実験は困難である。
- ニーズに適合した電極の設計・製作、および実証実験について、企業技術者と打ち合わせながら実用化につなげたい。

企業への期待

- 実用化に向けた試験設備を持つ企業との共同研究を希望する。
- 既存技術からのブレークスルーをねらう企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 点火プラグ
- 出願番号 : 特願2019-080827
- 出願人 : 国立大学法人新潟大学
- 発明者 : 菅原 晃、西田 直人、
安川 諒

産学連携の経歴

- 2005年-2006年 バッテリーに関する共同研究実施
- 2007年-2011年 直流遮断に関する共同研究実施
- 2008年 真空技術応用の共同研究実施
- 2013年-2020年 過電流遮断に関する共同研究実施

お問い合わせ先

新潟大学地域創生推進機構

TEL 025-262-7554

FAX 025-262-7513

e-mail; onestop@adm.niigata-u.ac.jp