

| Title | 微小間隙を進展する沿面放電に及ぼす点背後電極の影 響 |
|--------------|------------------------------------|
| Author(s) | 上野, 秀樹; 平田, 智之; 西川, 哲司 他 |
| Citation | 電気材料技術雑誌. 2004, 13, p. 64-71 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/76780 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

微小間隙を進展する沿面放電に及ぼす点背後電極の影響

上野 秀樹、平田 智之、西川 哲司、中山 博史

兵庫県立大学大学院工学研究科電気系工学専攻 〒671-2201 姫路市書写2167

Influences of Point Backside Electrode on Creeping Discharge

Developed in Narrow Gap

Hideki UENO¹, Tomoyuki HIRATA¹, Tetsuji NISHIKAWA¹, Hiroshi NAKAYAMA¹

¹:Department of Eectrical Engineering and Computer Sciences, Graduate School of Engineering, University of Hyogo 2167 Shosha, HImeji 671-2201, Japan

Discharge characteristics in a narrow gap between two insulators have been investigated for a needle-plane electrode configuration with a point backside electrode. The negative flashover voltage decreased when backside electrode became longer. Moreover, the flashover voltage with a backside electrode below the needle was lower than one without a backside electrode. These characteristics were more remarkable in a negative needle. In the case of a configuration with a backside electrode, corona generated from the needle has easily extended to the gap. On the other hand, for the case of configuration without backside electrode, the corona has hardly extended to the gap, and then by increasing applied voltage the corona has greatly developed in the gap. The corona extended until the place where a backside electrode exists. This difference on the corona extension should affect to the flashover characteristics in the present system.

キーワード:沿面放電,界面放電,背後電極,SF6

1. はじめに

GIS (ガス絶縁開閉装置) などの多くの電力 機器に,絶縁耐力・安全性に優れた SF6ガスが用 いられ⁽¹⁾,機器の高電圧化・大容量化・小型化・ 高信頼度化などが図られてきた⁽²⁾。しかし,SF6 ガスの絶縁耐力は最大電界に強く依存し,不平 等電界下では著しく絶縁性能が低下するため ⁽³⁾,金属異物等による局部高電界発生源を模擬 した研究がされている⁽⁴⁾。

多くの場合、電力機器の絶縁は、固体絶縁物 との複合絶縁となっており、SF6等のガスと固 体絶縁物との複合絶縁についても活発に研究さ れている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。機器の複合絶縁化に伴い、電極 と固体絶縁物が接する部分や絶縁物同士が接触 する部分が多くなる。通常,接続部は絶縁物を 密着させ,間隙等が生じないように配慮がなさ れている。しかし,運転中の振動・熱による経 年劣化で,接続部に微小な間隙が生じたり,固 体絶縁物に亀裂が発生する可能性がある。微小 間隙や亀裂存在下での交流電圧印加時の部分放 電や破壊特性について報告されているが⁽⁷⁾⁽⁸⁾, 未解明の部分も多い。

筆者らも、電力機器の小型化・信頼性の向上に 寄与すべく、亀裂を有した絶縁物に雷サージが 加わった場合を想定し、SF6ガス中で微小間隙 内を進展する針-平板電極間の沿面放電におけ る背後電極の影響についてパルス電圧を用いて 調べてきた。その結果,平板状背後電極の有無, 位置や長さが,微小間隙を貫くコロナやフラッ シオーバに大きく影響することを示している。 また,背後電極による電極間での電界分布の変 化との関係について議論してきた⁽⁹⁾⁻⁽¹¹⁾。

ところで、実際の電力機器では、金属粒子や 導体上の突起など複数の局部電界集中源が存在 する可能性がある。また、三重点の影響を緩和 するため埋め込み電極が採用される場合がある が、その表面に突起等がある場合、点状の背後 電極とみなし得る場合も考えられる。

そこで、本研究では、上述の状況を鑑み、従 来の平板状背後電極とは異なり、点背後電極を 採用し、本電極形におけるパルス電圧印加時の フラッシオーバ電圧、微小間隙近傍や間隙内で のコロナの挙動等の基礎的な放電特性と点状背 後電極位置の影響を明らかにすることを目的と して検討を行った。

2. 実験方法

本研究で用いた電極構成を図1に示す。厚さ g=1.0mm, 40×26mdの硼硅酸ガラス(以下, 下部 バリア)の上に、大きさ7×26mmの硼硅酸ガラス (以下,上部バリア)を直接重ねた。このときの 間隙幅を d=0um としているが、バリア表面の凹 凸(表面粗さ約50nm)のために、放電進展が可 能な微小な間隙が存在している。この間隙の一 端に、下部バリアの上面と間隙に接するように アクリル柱で斜めに支持された先端曲率半径約 35µm の針電極を設置した。他方の間隙の端に は厚さ5mm,大きさ約10×30mmの対向平板電極を 設置した。間隙長に相当する針電極先端から対 向平板電極までの距離(沿面距離)はL=7mm-定である。点背後電極には, 針電極と同じ先端 曲率半径約35µm の針を用い,針電極と対向平 板電極を最短距離で結ぶ線の下部バリア下方に 設置した。針電極の真下の位置を基準として, 針電極と点状背後電極間の水平距離を M とし た。なお、対向平板電極と背後電極は同電位に なるよう接続されている。

電極系を黄銅製容器内に設置、排気後、SF6 ガスを封入した。容器付属の端子を介して、針 ー対向平板電極間に波頭長 Tf=1.5us の方形波パ ルス電圧を印加した。負極性パルス電圧発生装 置を用いており、対向平板電極を接地し、針電 極にパルス電圧を印加した場合を負極性、針電 極を接地し対向平板電極に印加した場合を正極 性とした。電圧波形は高圧プローブ(HV-P30, DC~50MHz, 岩崎通信機)を, コロナ発光は光電 子増倍管(931A, 300~650nm, 浜松ホトニクス)を 介してオシロスコープ(DL-1540, 200MS/s, 150MHz, 横河電機)で観測した。電圧波頭部で 最初のコロナ発光が観測された瞬間の電圧をコ ロナ開始電圧,波頭部でフラッシオーバが生じ た瞬時の電圧をフラッシオーバ電圧とした。コ ロナ進展と沿面放電路の様子は, 高速ゲートイ メージインテンシファイア内臓 CCD カメラ (ICCD)(C4362、浜松ホトニクス)と高速フレー ミングカメラ (IMACON468, 385~900nm, HADLAND PHOTONICS)で撮影した。

なお、硼硅酸ガラス(体積抵抗率 $P=10^{12}\Omega$ ・m, 比誘電率 $\epsilon=7$)の電位減衰の時定数 τ は68秒で あるが⁽¹²⁾、パルス電圧印加60秒後のガラスの表 面電位は検出されなかった。したがって、電圧 の印加間隔を60秒以上とすることで電圧の印加 時のコロナ等によるバリア上の残留電荷が、次 の測定に影響を及ぼさない。一方、電圧波頭部 の時間領域(1.5 μ s)でのバリア表面の電荷減衰は 無視でき、コロナによるバリア上の蓄積電荷が、 その後のコロナの発生・進展に及ぼす影響は維 持されるため、エポキシ樹脂を用いた場合と同 等の結果が得られる。



Fig.1 Electrode configuration

電気材料技術雑誌 第13巻第1号

J. Soc. Elect. Mat. Eng. Vol.13, No.1 2004

3. 実験結果

3・1 フラッシオーバ電圧およびコロナ開始 電圧の点背後電極位置依存性

SF6ガス中のフラッシオーバ電圧 Vf, および コロナ開始電圧 Vc の点背後電極の位置依存性 を図2に示す。フラッシオーバ電圧およびコロナ 開始電圧の測定は同一条件で各々10回, 5回行 い,その平均と最大,最小を図に示した。図中 の矢印(↑)は,印加電圧(*V*p=35kV)の波頭部で破 壊しなかったことを示し,その上の数字は破壊 しなかった回数を示す。なお,放電はすべて間 隙内を進展し,針ー対向平板電極間の間隙内で フラッシオーバが生じていることを確認した。

図2(a)に負極性における結果を示している。 ガス圧0.1MPa の場合, 点背後電極位置 M=0~3 mmの範囲では、フラッシオーバ電圧は約27kVで あるが、M=4mm以上でフラッシオーバ電圧の上 昇が見られ、M=6mmでは、Vp=35kVの印加によ っても、10回の測定中の8回、その波頭部でフラ ッシオーバに至らない状態になった。また, 0.2MPa においては、点背後電極位置 M=0~2mm の範囲では、フラッシオーバ電圧は約31kVであ るが、M=3mmでフラッシオーバ電圧は上昇し、 さらに M=4mm以上ではフラッシオーバに至ら なかった。フラッシオーバ電圧が上昇し始める 背後電極位置は、ガス圧0.1MPa では M=3mm付 近, 0.2MPa では M=2mm付近と異なっているが、 いずれのガス圧においても、ある M 値の範囲で はフラッシオーバ電圧は一定で,その後 M 値の 増大とともにフラッシオーバ電圧が上昇すると いう同様の背後電極位置依存性が得られた。一 方、コロナ開始電圧 Vc は、いずれのガス圧に おいても,明確な背後電極位置 M 依存性は認め られず、約3kVでほぼ一定であった。

次に、図2(b)に正極性の結果を示しているが、 ガス圧0.1MPa、0.2MPa においては、M=0~3mm の範囲ではフラッシオーバ電圧は一定で、その 後 M の増大とともに上昇している。また、 0.3MPa においても同様の傾向であるが、M=3 mm付近からフラッシオーバ電圧の上昇が認めら れる。また、コロナ開始電圧は約4kV でほぼー



図2 フラッシオーバ電圧, コロナ開始電圧の背後電極位置依存性 Fig.2 Backside electrode position dependence of flashover voltage and corona onset voltage

定であった。

以上の結果から,いずれの極性においても, 点背後電極位置 M=0mmから M=2mmあるいは M=3mm付近までの範囲では,フラッシオーバ電 圧はほぼ一定の値となるが,その後 M の増大と ともにフラッシオーバ電圧が上昇する結果が得 られた。また,0.1MPaの M=3mmと M=6nmのフ ラッシオーバ電圧の差は,負極性で8kV 以上, 正極性で約3kV の差であることからわかるよう に,M の増大によるフラッシオーバ電圧の上昇は, 正極性に比べて,負極性において顕著であった。

ところで、コロナ開始電圧が背後電極位置に 依存せずほぼ一定であること、また、点背後電 極がない場合に比べてそのフラッシオーバ電圧 が低下していること(背後電極のない場合、負 極性では35kV 以上、正極性では約29kV)を考

論文:微小間隙を進展する沿面放電に及ぼす点背後電極の影響

え合わせると,点背後電極がコロナ開始以降の, 間隙内沿面コロナの進展に影響を与えているこ とが考えられる。

3・2 超高速度カメラによるコロナの進展挙 動の観測

特徴的なフラッシオーバ電圧の点背後電極位 置依存性は,背後電極位置によってコロナの進 展挙動に差があるためと考えられる。そこで, フラッシオーバ電圧に顕著な変化が見られた負 極性において,フラッシオーバに至るまでの一 連の挙動を超高速度カメラにより観測した。

背後電極位置 M=2, 4,6mmにおける,ガス圧 0.1MPa での間隙内を進展する沿面コロナの進 展挙動を斜め上方よりコマ撮り撮影した結果を 図3に示した。各図の左には電極配置図を示し, Frame1に配置を白線で示している。また,各 Frameの下には,撮影時の時間とそのときの印 加電圧を示した。なお,超高速度カメラに内蔵 されているインテンシファイアの感度は,光電 子増倍管よりも劣るため最初にコロナ発光が確認 できる電圧は,コロナ開始電圧よりも高くなる。

まず,図3(a)に示した背後電極位置 M=2mmの 場合, Framel (-8.8~-13.7kV)においては,針電 極からのコロナは観測されないが, Frame2 (-14.0~-18.6kV)では,針電極先端から発生した

コロナが間隙内を進展し始めている様子が観測 された。さらに、Frame3 (-18.9~-23.0kV), Frame4 (-23.3~-26.7kV)と印加電圧の上昇とともに、コ ロナは間隙内を進展し、Frame5においてフラッ シオーバに至っている。一方, M=4mmの場合, M=2mmの場合と同様, Frame2 (-13.1 ~ -17.7kV) で針電極からのコロナが確認される。しかしな がら, Frame3 (-18.0 ~ -22.5kV), Frame4 (-22.8~ -26.4kV)では、コロナは間隙入り口の針先近傍 に留まっており、間隙内での進展はほとんど認 められない。さらに印加電圧が上昇した Frame5 において、コロナは一気に間隙内を進展しフラ ッシオーバに至っている。また, M=6mmにおい ては, Frame2 (-14.4~-19.9kV)で, 針電極先端か らのコロナが認められた後も、コロナは針先近 傍に留まったままである。さらに, Frame5 (-29.7 ~ -32.2kV)においても、依然として針先で停滞 し、フラッシオーバには至らなかった。類似の 進展形態は、ガス圧が上昇した場合や正極性に おいても観測された。

以上の結果から、M がある値以上では、その 値が大きくなるほど、コロナは間隙内に侵入し にくくなるものと考えられる。そのため、フラ ッシオーバ電圧の点背後電極位置依存性におい ては、背後電極位置 M がある値(負極性:0.1MPa では3mm、0.2MPa では M=2mm) までは、コロナ



図3 高速度カメラによるコロナの進展像 (SF₆:0.1MPa) Fig.3 Corona extension images by high-speed camera (SF₆:0.1MPa)

電気材料技術雑誌 第13巻第1号 J. Soc. Elect. Mat. Eng. Vol.13, No.1 2004



図4 高速ゲートイメージインテンシファイア CCD カメラによるコロナ像 (SF₆:0.3MPa) Fig.4 Corona images by CCD camera with high-speed gated image intensifier (SF₆:0.3MPa)

は間隙内を比較的容易に進展するためにフラッ シオーバ電圧は一定の値になる。また, M の値 がさらに大きくなるとコロナは間隙内に進入し にくくなるため,フラッシオーバ電圧は上昇し たと考えられる。

3・3 高速ゲート ICCD カメラのよるコロナ像 コロナ挙動をより詳しく観測するため、高感 度の高速ゲートイメージインテンシファイア内 蔵 CCD カメラ(ICCD)を用いて、ガス圧0.3MPa、 負極性の条件でコロナの挙動を斜め上から撮影 した。なお、露光時間は200ns 一定で、印加電 圧波高値 Vp は M=0nm、M=2nmでは Vp=30kV、 M=4nm、M=6nmでは Vp=35kV に設定し、各コロ ナ像の下に撮影時の印加電圧を示している。ま た、コロナ進展は駒撮りとなっているがすべて 別バッチの放電によるものである。

まず,図4(a)に示している背後電極位置 M=0 mmの場合,Frame1 (-4.5~-11.4kV)で針電極先端 からのコロナの発生が見られ,その後 Frame2 から Frame5で,印加電圧の上昇とともに,針先 からのコロナが間隙内を進展していく様子が観 測された。M=2mmの場合では,Frame1 (-4.0~ -10.4kV)において針電極先端近傍でコロナの発 生が観測されるが,印加電圧の上昇にともない コロナ発光は強くなるものの,Frame4 (-20.8~



Fig.5 Relationship between corona extension and applied voltage(SF₆:0.3MPa)

-25.5kV)までコロナは間隙入り口付近で停滞 し, Frame5 (-25.0~-27.2kV)において間隙内の進 展が認められた。また, Frame5において図中の 矢印で示した部分に点背後電極からのコロナと 考えられる発光が確認された。一方, M=4mm, M=6mmでは, Frame1で針電極先端からのコロナ の発生が見られたが,印加電圧の上昇によって も,コロナは間隙内を進展せず, M=2mmの場合 コロナの進展が認められた Frame5においても, 依然としてコロナは間隙入り口で留まった状態 である様子が確認された。また,背後電極から のコロナ発光も確認されなかった。

ICCD カメラを用いてコロナの挙動を観測し

た結果をもとに、各背後電極位置 M において、 印加電圧に対するコロナの伸び x を図5にまと めた。ここで横軸の電圧は、それぞれのコロナ 像を撮影したときの電圧の最大値である。

図5から背後電極位置 M の小さい方(背後電 極が針電極に近い方)が、針先からのコロナは より低い電圧で間隙内に侵入し、伸び始める。 この結果は、針電極先端からのコロナの発生に は背後電極位置 M の影響はほとんど認められ ないが、高速度カメラでの観測から、背後電極 位置 M が小さいほど、コロナは間隙内に侵入し にくいことを示したが、本観測においてもその 考えが支持される。しかし、フラッシオーバ電 圧の背後電極位置依存性において、M が2~3mm までは、フラッシオーバ電圧は、ほぼ一定の値 を示している。このことは、針先からのコロナ が間隙内に侵入する電圧は、Mが大きくなるほ ど高くなるが、間隙内でのコロナの進展性が異 なると思われる。すなわち, M=2mmの方が M=0 ■に比べて、コロナは間隙に入り込みにくいが、 侵入後は、急激に間隙内を進展し、M=0mmとほ ぼ同等の印加電圧でフラッシオーバに至ったと 考えられる。

4. 検 討

以上の結果から、コロナの進展とフラッシオ ーバ電圧に及ぼす点背後電極の位置の影響につ いて考察する。コロナの進展においては、初期 コロナや紫外線によるバリア表面からの光電子 などによる間隙入り口近傍の空間電荷やバリア 表面に蓄積する電荷の影響を考慮する必要があ る⁽¹²⁾。点背後電極の位置,極性によらず,上部 針電極先端からコロナが発生する。したがって, 点背後電極の場合においても, 同様にこれらの 電荷による上部針電極先端近傍での電界緩和作

用を考える必要がある。

上部針電極先端の電界が大きい方がコロナは 間隙内を進展しやすい。上部針電極先端部の電 界 E は、次式によって表される⁽¹³⁾。

$$E = \frac{2V(\sqrt{L+a}/a\sqrt{L})}{\ln \frac{2L+a+2\sqrt{L(L+a)}}{\sqrt{L(L+a)}}}$$

ここで、V は印加電圧、L は電極間距離、a は 針電極の先端曲率半径である。

上式を用いて、印加電圧が同じときの各背後 電極位置における上部針電極先端部の電界を見 積り, M=0, 2, 4, 6mm各背後電極位置を M=0mmの ときの電界を基準として、比較してみる。M=2 mmでは M=0mmのときの約82%, M=4mmでは72%, M=6mmでは68%となった。また、間隙が存在す る場合、間隙入り口近傍での電界緩和作用が強 くなり(7),間隙入り口付近でコロナが停滞する という報告もある(9)。これらのことを考え合わ せると、電界が小さくなるとコロナは間隙内に 侵入・進展しにくくなると考えられる。 実際に, ICCD カメラでのコロナ像において, M の値が 大きくなるに従い、コロナは間隙内を進展しに くくなることとも一致する。

しかし、実際には M が2~3mmまではフラッシ オーバ電圧はほぼ一定であり、超高速度カメラ でも同じようなコロナ進展挙動が観測された。 これは、M=2mmでは電圧が上昇し、コロナが一 度間隙に入り込めば、そのコロナは急激に進展 するためと考えられる。

ところで, ICCD によるコロナの観測におい て,図4(b)の Frame5 (-25.0~-27.2kV)に点背後電 極からのコロナと考えられる発光が認められ た。同じ条件で下部バリアの斜め下方から撮影 したコロナ像を図6に示す。Frame1 (-15.1~ -21.0kV)では背後電極からのコロナの発生は認





電気材料技術雑誌 第13巻第1号

J. Soc. Elect. Mat. Eng. Vol.13, No.1 $$ 2 0 0 4

められないが, Frame2 (-20.8~-25.6kV)において 背後電極からの弱いコロナ発光が観測された。 さらに, Frame3 (-24.5~-27.8kV)では, 上部針電 極からのコロナの進展と同時に, 背後電極から コロナ発光は強くなり, またその領域も拡がっ ている。このコロナの拡がった領域は導電率が 高いと考えられる。したがって, 点背後電極か ら拡がったコロナが, 平板状の背後電極の役割 を果たすため, 針ー背後電極間の距離が縮まる。 その結果, 上部針電極のからの発生したコロナ 先端の電界は発生前より大きくなり, 進展しや すくなり, フラッシオーバ電圧が低下したと考 えられる。

このように、平板状の背後電極との場合と異 なり、点背後電極はその部分が高電界となるた めコロナが発生する。そのコロナの拡がりによ り間隙内の電界分布が変化していく。したがっ て、平板状背後電極の場合のように、静的な電 界分布のみではその特性を予測できない。今後、 針状背後電極からのコロナについてより詳しい 検討をする必要がある。

5. まとめ

SF6ガス中において、針-平板電極間に微小 間隙を設置した電極系に?sパルス電圧を印加し たとき、その内部を貫く沿面放電への点背後電 極の影響を調べた結果、次のようなことがわか った。

- (1) 背後電極位置 M, すなわち上部針 点背後 電極の水平距離が, 0.1MPa では0~3mm, 0.2MPa では0~2mmの範囲で, フラッシオー バ電圧はほぼ一定となった。背後電極位置 M の値をさらに大きくすると, フラッシオ ーバ電圧は上昇した。このフラッシオーバ 電圧の背後電極位置依存性は正負両極性と もに現れたが, フラッシオーバ電圧の上昇 は, 正極性よりも負極性で顕著であった。 一方, コロナ開始電圧においては, 明確な 背後電極位置は現れなかった。
- (2) 超高速度カメラおよび高速ゲートイメージ インテンシファイア内臓 CCD カメラによ

る間隙内の負極性沿面コロナの進展挙動の 観測を行った結果, M=0mm, M=2mmの場合, 上部針電極先端から発生したコロナは, 電 圧の上昇とともに間隙内を進展し, フラッ シオーバに至ることわかった。一方, M=4 mm, M=6mmの場合では, 上部針電極から発 生したコロナは, ある程度電圧が上昇する まで間隙入り口近傍で停滞する。その後コ ロナは間隙内を一気に伸展し, フラッシオ ーバに至たる様子が観測された。

- (3) また,高速ゲートイメージインテンシファ イア内臓 CCD カメラによるコロナ挙動の 観測において,背後電極位置 M=2mmの場合 において,背後電極から発生するコロナが 観測され,印加電圧の上昇とともに,強く なり,領域も拡がることが明らかとなった。
- (4) 背後電極位置 M の値が大きくなるに従い, 針電極先端の電界が弱まるため,針からの コロナは間隙に侵入しにくくなるため,フ ラッシオーバ電圧は上昇する。しかしなが ら,上部針電極と背後電極の距離が近い場 合,背後電極からもコロナが発生し,コロ ナの拡がった領域が平板状の背後電極と同 様の役割を果たし,フラッシオーバ電圧を 低下させる方向に作用する。上記の二つの 作用のバランスによって,M が2~3mm以下 の領域ではフラッシオーバ電圧が一定にな ったと理解される。

論文:微小間隙を進展する沿面放電に及ぼす点背後電極の影響

参考文献

- (1) 花村: 電気学会雑誌, 116 (1996) 654
- (2) 河村: 電気学会雑誌, 97 (1977) 349
- (3) 宅間:電気学会論文誌 B, 116 (1996) 1168
- (4) H.Ueno, N.Sakamoto, T.Hoshida, H.Nakayama: IEEE Trans. DEI (2004) in press
- (5) 電気学会技術報告(Ⅱ部)270号
- (6) T.Nitta and Y.Sibuya: IEEE Trans. PAS, 90 (1971) 1065
- (7) 劉,甲斐,浅井,長尾,小崎:電気学会論 文誌 A,119 (1999) 209
- (8) 大野谷,山野:電気学会論文誌 A, 121(2001)70
- (9) 上野, 増岡, 中山: 電気学会論文誌 A, 120 (2000) 25
- (10) 上野, 増岡, 中山: 電気学会論文誌 A, 121 (2001) 990
- (11) 西川, 坂本, 上野, 中山: 電気学会論文誌 C, 122 (2002) 1494
- (12)家田,澤,篠原:電気学会雑誌,88 (1968)1107
- (13) J.H.Mason: Proc.IEE Pt.C, 102, (1955) 254

(2004年6月7日受理)



上 野 秀 樹(会員) 昭和35年生まれ。昭和63年3月大阪 大学大学院工学研究科博士後期課 程修了。同年4月住友電気工業㈱入 社。平成9年10月姫路工業大学工学

部助教授,平成14年4月同大学大学院助教授,平成16 年4月兵庫県立大学大学院助教授,現在に至る。主に, 複合絶縁,沿面放電およびバリア放電の研究に従事。 工学博士。



平 田 智 之(非会員) 昭和55年生まれ。平成15年3月姫路 工業大学工学部電気工学科卒業。 平成15年4月同大学大学院工学研 究科電気系工学専攻博士前期課程



西 川 哲 司(非会員) 昭和53年生まれ。平成13年3月姫路 工業大学工学部電気工学科卒業。 平成15年3月同大学大学院工学研 究科電気系工学専攻博士前期課程

修了。同年4月三菱電機(株)入社。現在に至る。平成 14年度電気関係学会関西支部連合大会奨励賞受賞。



中山博史(会員) 昭和18年生まれ。昭和40年3月姫路 工業大学電気工学科卒業。平成3年 10月同大学電気工学科教授,平成 14年4月同大学大学院教授,平成10

年から2年間同大学学生部長兼任。平成16年4月兵庫 県立大学大学院教授,現在に至る。主として,気体 および固体絶縁物の絶縁破壊に関する研究に従事。 工学博士。