SF₆ 分解生成物が介在した銅点接触子の交流電流通電特性に関する実験的考察

正員 愛 知 久 史 (大同工大)
 正員 佐土根 範 次 (大同工大)
 正員 松 村 年 郎 (京 都 大)
 正員 鬼 頭 幸 生 (名古屋大)
 正員 向 山 翼 (中部電力)
 正員 高 木 勲 (中部電力)

Alternating Current Carrying Features of Copper Spot-Contacts with Powder Contamination Produced by Arc Discharges in SF₆ Gas

Hisashi Aichi, Member, Hanji Satone, Member (Daido Institute of Technology), Toshiro Matsumura, Member (Kyoto University), Yukio Kito, Member (Nagoya University), Yoku Mukaiyama, Member, Isao Takagi, Member (Chubu Electric Power Co.)

The gas insulated switchgears are widely adopted in recent electric power substations. The SF₆ gas is decomposed by arc discharges and the white powder is produced due to chemical reactions with the contact metal. This kind of undesirable materials are usually absorbed by associated filters. However, if the contacts are contaminated by the resolved gases or the produced powder, they possibly bring about unexpected troubles in the GIS due to abnormal contact resistance. The alternating current carrying features of copper spot-contacts contaminated by the decomposed gas as well as by the accumulated powder between them are experimentally investigated in this paper. When thickness of the powder is about a few layers of particles with diameter of some tens of micro-meter, several hundreds micro-ohm of the contact resistance is obtained with contact load of 9.8 N at around 100 A. This magnitude decreases to a level of less than 200 $\mu\Omega$, when the carrying current is forced to increase to a few thousands amperes. The associated voltage across the contaminated spot-contacts takes always somewhat triangle wave forms low current level and they change into usual sinusoidal ones in a long period current carrying. This aspect is artificially realized in the spot-contacts with other kinds of contaminated powder between them.

キーワード：GIS, 点接触, SF₆ ガス, 接触抵抗, 接触子の劣化, SF₆ 分解生成物

1. ま え が き

近年、電力系統における開閉保護装置には、SF₆ ガスを用いた絶縁方式が多く、多くの所で採用されている。これらのガス絶縁機器 (Gas Insulated Switchgear) は、本来信頼性が高く、保守・点検も簡単であるといわれている。しかし、その通電部分は密閉容器内に収

納されており、そこに異常が発生しても、その発見は容易でない。更に、万一それが事故に発展した場合には、その復旧に長時間を要する面もある。従って、事故にいたる前の段階で異常を発見し、対策を講じて、事故の発生を未然に防ぐことを目的として、異常予知に関する各種センサの研究開発が試みられている⁽¹⁾。そのためには、ガス絶縁機器における異常の発生メカ

ニズムおよび事故への進展過程を学理的に明らかにする必要がある。それによって、各種センサの開発が促進されるだけでなく、異常そのものの発生頻度を根本的に抑え、信頼性をより一層向上させることが可能となる。

ガス絶縁機器において、過去に事故にまで発展した異常のなかには、接触子で発生している⁽²⁾という事実がある一方で、SF₆ガス中における接触子の電気的特性についてはほとんど研究されていないのが現状である。実規模のSF₆ガス遮断器の接触子を模擬し、棒状接触子がプラグ（チューリップ、接触荷重：80～90 N）に数 mm 程度挿入された状態で、数分の一秒にわたって接触子間電圧が三角波形になったという報告⁽³⁾がある。

本論文は、銅点接触子を対象として、SF₆ガス中でアークなどの放電時に生じる粉末状生成物が接触部分に介在した接触状態において、交流電流を通電した場合の接触子間の電圧および電圧波形の推移について、実験的に検討を加えたものである。

SF₆ガスは、常温では化学的に安定であると共に無臭、無害のガスである。接触子の開極時に発生するアークなどの放電で分解するが、大部分は元のSF₆分子に再結合する特徴がある。ところが、アーク放電などによって蒸発した電極の金属蒸気などと、SF₆分解ガスとの反応によって粉末状の化合物が生じる。

本論文では、このSF₆分解生成物の粉末が接触子の接触部分に付着した状態で接触させた場合に現れる接触子間電圧およびその波形の特異現象について考察した。具体的には、粉末が介在した銅点接触子に数百 A の正弦波交流電流および数千 A 以上の正弦波状減衰振動大電流の通電を行い、接触子間の電圧測定なら

びに電圧波形を観測した。なかでも、電圧波形は通電初期において方形波状を呈し、通電電流の増大や通電時間の経過と共に三角波状、更には正弦波状に移行するという現象が見いだされた。更に、この特異な電圧波形の発生メカニズムを検討するためにAl₂O₃、SiO₂などの各種粉末を人為的に接触部に介在させ、正弦波交流電流通電実験を行ったところ、同様の電圧波形の推移が観測された。これにより、方形波や三角波状の電圧波形は点接触子間に粉末状の物質が介在しているために生じていることが実験的に確認できた。

2. 供試点接触子およびSF₆分解生成物の生成手順

実験に用いた接触子は銅円柱（10 mmφ）の先端を半径 5 mm 程度の球面に加工したものと、厚さ 3 mm の銅平板とを接触させたもので、点接触を構成している。両接触子の表面は# 1500 の研磨紙で研磨している。まず、密閉容器（容積：約 30 l）の中へ図 1 に示すように球面接触子と平面接触子とを互いに離れた状態で配置し、SF₆ガスを 2 気圧（絶対値）充てんする。（a）図のアーク放電電極（ギャップ：5 mm）は接触子から 200 mm 程度離して配置し、接触子とは別に通電できる。ここに直流 10 A のアーク放電を 7 分 30 秒間継続させる。これはSF₆ガス内ではアーク放電が不安定であるため、確実に継続する期間ということとで設定している。放電後粉末状のSF₆分解生成物が霧状に容器内に充満する。この粉末は白色で時間の経過とともに沈澱し、平面接触子の表面にも薄くたい積する。密閉容器内には分解ガスなどを吸着する吸着剤を設置していないので、通常の高圧絶縁機器における場合よりも、多量の分解生成物が生じている。実験

図 1 SF₆ガス密閉容器、接触子配置およびアーク放電電極配置

Fig. 1. Arrangement of sample spot-contacts and associated arc discharge electrodes in SF₆ gas chamber.

後約1日 SF_6 ガス容器内に放置した後、たい積した生成物を顕微鏡によって観測したところ、その粒径は数 μm ～数十 μm の範囲にあり、それが2～3層たい積した状態にあることがわかった。

交流通電試験にあたっては、この粉末状生成物が平面接触子の上にたい積した状態で SF_6 ガス容器内に約1日放置した後、(a)図上部の荷重調節ねじを回転させて球面接触子を平面接触子に押し付けて接触させている。接触荷重の調節は密閉容器外から自由にできる構造で、接触子を大気中に出すことなく、 SF_6 ガス密閉容器内で通電試験を行うことができる。なお、(b)図の機構により球面接触子は回転せずに平面接触子に接触する。

3. 正弦波交流電流の連続通電時における接触子間電圧および接触抵抗

図2に示す通電回路において、60 Hz、200 Vの商用電源から変圧器を介して降圧し、粉末状の SF_6 分解生成物が介在する銅点接触子に通電する。本実験では電源設備の都合上、電流を150～600 A（実効値、第4章を除き以下同様）の範囲に設定している。なお、接触子間の開放電圧は、前述の電流範囲で1～5 V（実効値）である。

電流を150 Aから300 Aおよび450 Aと段階的に増大させ、それぞれ5分間の通電期間において接触子間の電圧および電流波形を測定している。更に、電流を600 Aに増大させ、約4時間の連続通電を行っている。その後、電流を減少させる過程においても、450、300、150 Aの各電流値で波形の測定を行っている。

接触荷重を9.8 Nに調整した場合の結果の一例を図3および図4に示す。前者は電圧および電流波形の推移であり、後者は図3の各電圧波形から求めた波高値を通電電流実効値に対してプロットしたものである。

通電初期の150 Aから600 Aまで増大する過程では接触子間電圧は波高値で160～170 mVの間にあり、

図2 交流電流通電試験回路
Fig. 2. Circuit arrangement for the alternating current applying tests.

図3 SF_6 分解生成物が介在した銅点接触子の交流電流通電時における接触子間電圧波形の推移（接触荷重：9.8 N）

Fig. 3. Change of voltage waveforms across the copper spot-contacts with powder contamination produced by arc discharge in SF_6 gas observed under alternating current applying tests (contact load: 9.8 N).

図4 SF_6 分解生成物が介在した銅点接触子の交流電流通電時における接触子間電圧波高値の推移（接触荷重：9.8 N）

Fig. 4. Voltage drop in peak-value across the powder contaminated spot-contacts during alternating current applying tests (contact load: 9.8 N).

電流を増大させる過程においてこの値はほとんど変化していない。この接触子間電圧は銅接触子でいわれている軟化電圧120 mV⁽⁴⁾より30%以上高い。この文献

の電圧値は直流電流で測定されたもので、直接の比較はできない。すなわち、ここでの交流電流による測定では波形的にも次のような特徴が認められるからである。通電当初、150 A および 300 A の各段階で、少なくとも 5 分間は電圧波形が方形波に近い状態で持続している。しかしながら、電圧波形は電流の増大と共に変化し、450 A の通電時には三角波状を示している。

更に、600 A まで電流を増大させ、4 時間の連続通電後には、電圧波高値は 158 mV から 118 mV まで低下し、電圧波形も正弦波状に近い状態となっている。その後、電流を減少させたところ、電圧波高値は通電電流にほぼ比例して低下し、電圧波形は正弦波状を保っている。

以上のような電圧波形およびその波高値の推移の特徴は、数回の同様の実験において再現性良く観測されている。

このように実験の再現性は非常に良好なので、電圧波形が正弦波状ではないが、図 3 に示した各波形の通電電流最大瞬時における電圧および電流値から概略の

図 5 SF₆ 分解生成物が介在した銅点接触子の交流電流通電時における接触抵抗および消費電力の変化 (接触荷重: 9.8 N)

Fig. 5. Contact resistance and power dissipation of the powder contaminated spot-contacts during alternating current applying tests (contact load: 9.8 N).

接触抵抗を算定した。また、そのときの消費電力を求めた。このように算定した接触抵抗値および消費電力と通電電流との関係を図 5 に示す。図中の○印および●印は接触抵抗を示し、それぞれ電流増大時および減少時を表している。また、□印および■印は消費電力である。150 A の通電初期において、接触抵抗は 0.77 mΩ 程度で、電流の増大に伴って抵抗値は通電電流にほぼ反比例して低下している。通電電流を 600 A に増大した直後の接触抵抗は 0.19 mΩ まで低下しており、4 時間の連続通電を行った後には、更に 0.14 mΩ まで低下している。その後、電流を減少させた場合、接触抵抗はほとんど変化がなく、最終の 150 A を通電したときには、0.1 mΩ 程度で、通電初期の抵抗値に比べて約 1/8 となっている。

他方、この実験と同じ接触荷重で金属接触している純粋の銅接触子において SF₆ ガス中で通電試験を行ったところ、電圧波形は常に正弦波状であり、その大きさも 700 A の通電で 0.1 V 以上に達し、通電電流に比例して増減していることが確認できている。この場合の接触抵抗は約 0.14 mΩ で、本実験の最終到達値のレベルにある。このことから 4 時間以上の長時間を要して金属接触に近い状態になったと思われる。

また、接触子間における消費電力は通電電流の増大時において電流にほぼ比例する様相を示し、減少時には電流の 2 乗に比例して減少する傾向となっている。通常、オームの法則に従う金属接触子では、その部分で消費される電力は電流の 2 乗に比例する。しかしながら、本特性では電流の増大時において接触子間の電圧がほぼ一定であるために、消費電力の増加割合は比例的である。反面、電流の減少時には、ほとんど接触抵抗が一定のため、消費電力は電流の 2 乗にほぼ比例する傾向を示している。

これらのことから、SF₆ 分解生成物が介在した接触子において、通電電流が小さい場合には、接触抵抗が高く、消費電力も大きくなるので、接触不良や異常発熱などの接触子障害を誘発しやすい状況にあるといえる。

4. 減衰大電流通電時の接触子間電圧波形および接触抵抗

前章では、連続通電できる電源設備の制約から最大 600 A (実効値) までの通電試験を行った。更に、大電流通電時での特性を調べるために、図 6 に示す LC 回路を用いて、正弦波状減衰振動大電流の通電試験を実施した。電流の周波数は 150 Hz であり、約 20 サイクル前後で電流は減衰消滅する。また、通電電流の

図 6 減衰振動大電流通電試験回路
(150 Hz)

Fig. 6. Circuit arrangement for applying the damped oscillating high current (150 Hz) to the copper spot-contacts.

図 7 SF₆ 分解生成物が介在した銅点接触子の減衰振動大電流通電時における接触子間電圧波形 (通電電流: 1,000 A)

Fig. 7. Waveforms of the voltage across the powder contaminated spot-contacts observed in damped oscillating high current applying tests (applied current: 1,000 A).

大きさは、減衰振動電流第一波高値で 500~5,500 A の範囲にある。

第 2 章に示した手順で準備した SF₆ 分解生成物が付着した接触子を接触させ、振動電流の第一波高値を 500, 1,000, 1,500 A と 500 A ごとに増大させて繰返し電流を注入する。なお、接触荷重は 2, 9.8, 29.4, 68.6 N とし、それぞれについて同様の通電試験を行っている。

SF₆ 分解生成物が 2~3 層介在した接触子に第一波高値が 1,000 A の減衰電流を通電させたときの接触子間の電圧波形および電流波形を図 7 に示す。(a) 図は接触荷重が 2 N の場合の波形である。接触子間の電

図 8 SF₆ 分解生成物が介在した銅点接触子の減衰振動大電流通電時における接触抵抗-電流特性

Fig. 8. Contact resistance versus applied current in the powder contaminated spot-contacts in damped oscillating current applying tests.

圧波形は通電初期から方形波状のひずんだ状態となっている。また、電圧の大きさは電流の減衰に比例して低下せず、ほぼ一定の状態が続いている。12~14 サイクル後、電圧の低下が始まり、それに伴って波形も三角波状を経由して正弦波状に変化している。(b) 図は 68.6 N の荷重で接触させた場合の測定結果である。電圧の波形は、通電初期からほぼ正弦波状で、電圧の大きさも電流の減衰と共に低下している。

なお、比較のために、SF₆ 分解生成物が介在していない銅の金属接触の場合についても同様の測定を行ったところ、接触子間電圧の波形は正弦波状であり、方形波状や三角波状の波形が現われることはなかった。また、電圧の大きさも電流の減衰に比例して低下した。

以上の観測結果から、SF₆ 分解生成物の介在した接触状態において正弦波状減衰振動大電流の通電時に点接触子間に現れる電圧波形には次の二つの特徴のあることが明らかとなった。

(1) 接触荷重が低く、しかも通電電流が比較的小さい場合には、接触子間の電圧波形は方形波状を呈する。

(2) 接触荷重が数十 N と高い場合、あるいは数千 A という大電流を通電した場合には、通常の金属接触している点接触子と同様に、正弦波状の電圧波形が観測される。

図 8 は接触部分に SF₆ 分解生成物が介在した点接触子を 2, 9.8, 29.4, 68.6 N の各接触荷重で加圧接触させたそれぞれの試料について、減衰振動電流を通電したときの通電電流と接触抵抗との関係を示したものである。接触抵抗の値は、前述の電圧、電流波形を

図9 金属接触した銅点接触子の振動大電流通電時における接触抵抗-電流特性

Fig.9. Contact resistance versus applied current characteristics of the normal copper spot-contacts observed in damped oscillating current applying tests.

用いて、電流の第一波高値とその時点の電圧値から算出している。各接触子に500 A（波高値）を通電した場合の接触抵抗は、0.3～0.4 mΩの範囲にある。接触抵抗は、通電電流の増大に伴って低下し、2,000 A以上の通電状態では、次に示す金属接触している純粋の銅点接触子の接触抵抗と同程度の大きさにまで低下している。

他方、SF₆分解生成物が介在していない場合として、金属接触させた純粋の銅点接触子における特性を図9に示す。500 Aを通電したときの接触抵抗は、2 Nの接触荷重で、0.2 mΩ程度にあり、68.6 Nの荷重では、0.05 mΩと小さい。これらの抵抗値は、前述図8で示したSF₆分解生成物が介在した場合の接触抵抗に対して、1/2～1/5程度である。また、通電電流が増大しても接触抵抗はほとんど変化していないと共に、接触荷重の高いほど抵抗値が全体的に低い傾向となっている。

以上のことから、SF₆分解生成物が介在した場合の銅点接触子の接触抵抗は、通電電流が小さい場合には高いが、電流の増大と共に抵抗値は低下する傾向にある。これは、SF₆分解生成物が大電流の通電によって破壊され、それにより接触子が金属接触状態になるためと推察される。

5. 各種粉末を介在させた銅点接触子の端子間電圧波形

図3に示すように、SF₆分解生成物が介在した銅点接触子に正弦波状交流電流を通電した場合、端子間に現れる電圧波形は方形波状や三角波状を呈することがある。この場合、粉末状物質が接触子間に介在するこ

とが特徴である。そこで別種の粉末を人為的に接触子間に介在させ、これを実験的に検証することとした。

SF₆分解生成物と同程度の粒径（数μm～数十μm）の各種の粉末を銅接触子間に数層程度介在させて、第3章と同様の通電実験を行い、端子間の電圧波形を観測する。粉末としては、酸化物としてAl₂O₃、SiO₂、CdO、PbO、他の化合物としてBaSO₄、Mg(OH)₂、および他種金属としてZnの7種類を用意した。

第2章図1に示したと同様に球面対平面の点接触を対象として、平面接触子の上に各種粉末を180 μmメッシュのふるいを通して2～3粒子層に薄くたい積させる。その上から荷重をかけて球面接触子を接触させ大気中で通電試験を行う。図2の通電回路を用いて、開放電圧1 V（150 A通電が可能）の電圧を接触子間に印加した状態で、通電が得られるまで接触荷重を増加させる。通電状態となった後、電流を実効値150、300、600 Aと段階的に増大させ、各電流値において5分間通電している。

各粉末についてそれぞれ数回の通電試験を行い、端子間の電圧波形を観測している。その結果を表1にまとめて示す。同表には、比較のためにSF₆分解生成物をたい積させた接触子についての測定結果も⑧として併記した。

同表には、最上段から、粉末の種類、粒径、試験回数、そのうち荷重68.6 Nまでの範囲で導通の得られた回数およびその場合の観測波形状を示している。導通の回数は、① Al₂O₃を用いた試験では6回の試験のうち3回、②のSiO₂では4回の試験で3回などとなっている。

波形状の欄には、導通が得られたときの接触荷重と150、300、600 Aの通電中における端子間の電圧波形を示す。また、各波形の下に、電流の波高値とそのときの電圧値とから求めた接触抵抗の値を併記してある。なお、150 Aを通電した場合には5分間の通電中に波形が変化する場合があったので、通電初期および変化後の波形を示している。300 Aおよび600 Aの通電期間中（5分間）においては、波形の大きな経時変化は認められなかったため、通電初期のものを示している。

端子間の電圧波形は、⑦のZnを除く6種類の粉末において、150 Aの通電初期には方形波状である。時間の経過および電流の増大に伴い、波形は三角波状に変化している。これは、前述の図3、図9および表1⑧に示すように、SF₆分解生成物が介在した接触子において観測された結果とよく一致している。また、Znの場合、端子間の電圧波形は、電流値および通電時間

表 1 各種粉末が介在した銅点接触子の交流電流通電時における端子間電圧波形の変化
Table 1. Transitions of voltage waveforms across the copper spot-contacts with different powders contamination observed in alternating current applying tests.

粉末種類		① Al_2O_3	② SiO_2	③ CdO	④ PbO	⑤ $BaSO_4$	⑥ $Mg(OH)_2$	⑦ Zn	⑧ SF_6 分解生成物		
粉末粒径		数10 μm	数10 μm	数 $\mu m \sim$ 数10 μm	数 $\mu m \sim$ 数10 μm	数 $\mu m \sim$ 数10 μm	数 $\mu m \sim$ 数10 μm	数 μm	数 $\mu m \sim$ 数10 μm		
試験回数		6	4	4	3	4	2	4	多数		
荷重(6.8N以下で導通を得た(波形観測できた)回数)		3	3	3	2	1	1	4	全ての試験で波形を観測		
波	接触荷重	14.7N	4.9N	4.9N	44.1N	14.7N	9.8N	68.6N	24.5N	4.9N	9.8N
	150A通電初期										
	接触抵抗	1.1m Ω	0.94m Ω	1.7m Ω	2.0m Ω	1.6m Ω	1.6m Ω	1.7m Ω	1.1m Ω	0.4m Ω	0.64m Ω
	150A通電中の波形変化	変化なし	変化なし	変化なし		変化なし	変化なし		変化なし	変化なし	変化なし
形	接触抵抗経過時間				1.7m Ω 1分後			1.3m Ω 1分後			
	300A通電初期 (5分間波形変化なし)										
	接触抵抗	0.59m Ω	0.45m Ω	0.67m Ω	0.88m Ω	0.82m Ω	0.63m Ω	0.45m Ω	0.45m Ω	0.29m Ω	0.32m Ω
	600A通電初期 (5分間波形変化なし)										
例	接触抵抗	0.27m Ω	0.15m Ω	0.17m Ω	0.44m Ω	0.42m Ω	0.37m Ω	0.20m Ω	0.20m Ω	0.17m Ω	0.16m Ω

の経過によらず、ほぼ正弦波状である。これは、Znが金属粉末であるので、接触子が金属接触しているためと考えられる。

第1章にあげた実規模接触子でも数分の一秒のオーダの過渡的期間に三角波形が観測されたと指摘されているが、本実験では数時間にわたって方形波や三角波が持続しており、しかも途中で波形が変わるなどの特徴が見られた。これは、 SF_6 分解生成物が介在した接触子において、正弦波状の交流電流あるいは振動電流の通電時に端子間の電圧波形が方形波状あるいは三角波状を呈するのは、粉末状の非金属 SF_6 分解生成物が接触子間に介在することに起因していると考えられるが、物理的機構については明確ではない。この実験では発光や音は観測されていない。

6. む す び

本論文では、 SF_6 ガス中に発生させたアーク放電によって生成される粉末状の SF_6 分解生成物が接触子間に介在した場合について、交流電流通電時の接触子間電圧の実験的解析を試みた。数百 A 程度の正弦波交流電流および数千 A 程度の正弦波状減衰振動電流の通電試験の結果、次のことが明らかとなった。

(1) 粒径数十 μm 程度の SF_6 分解生成物が数層介在した銅点接触子において、接触荷重 9.8 N で加圧した状態で、数百 A 以下の比較的小電流を通電したときの接触抵抗は 0.3~0.8 m Ω と高い。通電電流の増大に伴って接触抵抗は低下し、数千 A 以上の通電状態では 0.2 m Ω 以下となる。これは、大電流の通電によって SF_6 分解生成物が破壊されやすいことを示している。しかしながら、接触荷重が低く、小電流通電の状態では、分解生成物による接触不良や異常過熱等の接触子障害を誘発する危険性がある。

(2) 接触子に数百 A 以下の正弦波交流電流の通電時の数時間にわたって、接触子間の電圧波形において方形波状や三角波状を呈する現象がある。ほとんどの場合、方形波から三角波そして正弦波へと移行する。

(3) SiO_2 などの酸化物、 $BaSO_4$ などの化合物の粉末を接触子間に介在させた場合にも、接触子間の電圧波形に方形波状や三角波状が現れることを確認した。従って、 SF_6 分解生成物が介在した接触子において見られる電圧波形のひずみ現象は、その生成物が導電性の低い粉末であることに起因するものであると推測される。

(平成 2 年 5 月 25 日受付, 同 2 年 11 月 20 日再受付)

文 献

- (1) 藤波, 他: 「磁界センサによる GIS 導体接触不良診断手法の開発」, 電気学会開閉保護装置研資, SPD-88-33 (昭 63)
- (2) 仙石 他: 「遮断器の信頼性と診断技術の現状—遮断に関する信頼性と診断技術—」, 同上, SPD-87-2 (昭 62)
- (3) Y. Ohshita, et al.: "A Diagnostic Technique to Detect Abnormal Conditions of Contacts Measuring Vibrations in Metal Enclosures of Gas Insulated Switchgear", IEEE 89, WM 073-8 PWRD, New York (1989)
- (4) 土屋: 電気接点技術, p. 47 (昭 57) 総合電子出版社

愛 知 久 史 (正員)

昭和 21 年 6 月 15 日生。44 年 3 月大同工業大学工学部電気工学科卒業。同年 4 月大同工業大学技手, 45 年 4 月同大学助手, 60 年講師, 現在に至る。主として, 電力用開閉機器の接触機構に関する研究に従事。

佐土根 範 次 (正員)

大正 9 年 9 月 29 日生。昭和 16 年 3 月浜松高等工業学校電気科卒業。工業技術院電気試験所(現電子技術総合研究所)大阪支所, 松下電気産業(株)照明研究所, 各研究室長を経て, 53 年 4 月大同工業大学教授, 現在に至る。光, 熱放射, 赤外, 紫外, 放射線温度など電気応用計測, 省エネルギー照明など電気応用の研究に従事。工学博士。39 年照明学会賞受賞。44, 45 年照明学会編集理事, 56 年照明学会東海支部評議員, 空気調和衛生工学会, 日本色彩学会会員。

松 村 年 郎 (正員)

昭和 26 年 5 月 1 日生。54 年 3 月名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了。同年 4 月同大学助手, 62 年 2 月同講師, 平成元年 3 月京大

学講師, 現在に至る。工学博士。主として, 大電流遮断アークの研究, 超電導システムに関する研究, 回転機空け磁束の挙動に関する研究に従事。

鬼 頭 幸 生 (正員)

昭和 8 年 3 月 12 日生。35 年 3 月名古屋大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。同年 4 月同大学助手。36 年同講師, 37 年同助教授, 49 年同教授, 現在に至る。工学博士。大電流遮断現象の研究, 冬季雷の研究, 超電導送電システムの研究および電力分野におけるエキスパートシステムの開発研究に従事。電気学会調査理事(昭 63 年度~平成元年度)。47 年電気学会論文賞, 平 2 年同電力賞受賞。応用物理学会, 日本分光学会, IEEE 会員。

向 井 翼 (正員)

昭和 17 年 10 月 6 日生。40 年 3 月北海道大学工学部電気工学科卒業。同年 4 月中部電力(株)入社。電力設備の研究開発に従事。平成元年 7 月同社工務部次長。

高 木 勲 (正員)

昭和 32 年 5 月 5 日生。55 年 3 月名古屋大学工学部電気学科卒業。同年 4 月中部電力(株)入社。電力設備の保守, 運転および研究開発に従事。61 年 8 月, 同社工務部技術課, 平成 2 年 7 月同社豊橋電力所勤務。平成 2 年進歩賞受賞。