静電プローブによる固体絶縁物の帯電電荷測定

学生員 立松 明芳* 学生員 青木康二郎*
 正 員 濱田 昌司* 非会員 植村 卓司**
 正 員 宅間 董***

Surface Charge Measurement on Solid Dielectrics with an Electrostatic Probe

Akiyoshi Tatematsu*, Student Member, Kojiro Aoki*, Student Member, Shoji Hamada*, Member,
 Takuji Uemura**, Non-member, Tadasu Takuma***, Member

Charge accumulation on thick solid dielectrics may seriously influence surface discharge and insulation characteristics in SF₆, oil, or vacuum, which are the leading insulators for the recent high voltage equipment. Nevertheless, charge measurement technique in such environment has not been fully developed in practical level.

One of the authors once proposed a probe method based on multipoint measurement. The procedure is as follows, (i) represent the relationship between charge distribution σ and the multipoint probe-outputs $\mathbf{W}_p$ as $A\sigma = \mathbf{W}_p$, (ii) calculate the matrix A by a numerical field calculation faithfully simulating the experimental arrangement, and (iii) estimate σ by an inverse calculation of (i) from the measured outputs. In recent papers, we have reported the improved accuracy and stability of (ii) and (iii), respectively, through numerical simulation studies.

In this paper, we experimentally measure accumulated charges on a model insulator in order to confirm our numerical improvements. The effects of the following items are investigated, (a) difference of calculation methods of the matrix A , (b) distance between the probe and the insulator surface, (c) length of the guard electrode, and (d) thickness of the insulator. In all cases, we have successfully estimated the charge distribution in practical accuracy.

キーワード：固体絶縁物，帯電電荷，静電プローブ，逆計算

Keywords: solid dielectrics, accumulated charge, electrostatic probe, inverse calculation

1. はじめに

ガス絶縁・真空絶縁・油絶縁といった絶縁抵抗の著しく大きな絶縁方式では，絶縁媒体中のスパーサなどの固体絶縁物表面上に生じた帯電電荷の減衰時定数が極端に長くな

ることが知られている。このため高電圧機器内部で局所放電や流体の摩擦などにより帯電電荷が発生すると，固体絶縁物表面に帯電電荷が長時間存在することになる。こうした固体絶縁物の帯電現象は絶縁物の絶縁特性に大きな影響を及ぼすため，帯電分布の定量的な把握が必要であり，スパーサのような厚みの大きな固体絶縁物の帯電測定は非常に重要な課題となっている。

一般に帯電電荷の測定法として，静電プローブを接近させ，静電的に誘起される電荷量から帯電電荷量を算出する方法が使用されている。スパーサのような厚みの大きな絶縁物の場合には，プローブ対向部分以外の部分の帯電電荷の作用も無視できなくなり，プローブ検出値は絶縁物全表面の帯電電荷の影響の総和として取扱う必要が生じる。このため帯電電荷分布を求めるには数値電界計算を用いて各測定位置でのプローブの誘起電荷（プローブ出力）と絶縁物の帯電電荷分布との間に行列関係を構築し，多点の測定値

* 京都大学

〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

Kyoto University

Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

** 関西電力(株)

〒 530-8270 大阪市北区中之島 3-3-22

The Kansai Electric Power Co. Inc.

3-22, 3-chome, Nakanoshima, Kita-ku, Osaka 530-8270

*** 電力中央研究所

〒 201-8511 狛江市岩戸北 2-11-1

Komae Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)

2-11-1, Iwado-kita, Komae 201-8511

と係数行列から逆計算を行わなければならない⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、よく知られているように逆計算は不安定となりやすい。つまり、係数計算時の僅かな数値誤差やプローブによる測定誤差が、最悪ケースでは係数行列の条件数倍に拡大されて推定誤差に入り込む。このため、係数行列が悪条件な場合には、逆計算結果の分散が大きくなり、真の分布と大きく異なることも珍しくない。

これまでに筆者らは実用的な帯電電荷測定法の確立をめざし、係数行列の計算精度の向上、逆計算の不安定性あるいは安定化手法について数値的な解析を行ってきた^{(3)~(9)}。本報告はこうした解析結果を実験的に検証するために簡単なモデルに対し帯電電荷測定実験を行い、以下の点について考察を行ったものである。

- (1) 直接法と λ 関数法による復元値の比較
- (2) 測定位置の効果
- (3) 逆計算手法の適用
- (4) プローブの形状の効果
- (5) 試料の厚さの影響

2. 測定原理

厚板試料の帯電電荷を静電プローブを用いて測定する場合、プローブに対向する電荷だけでなく、他の多くの場所の電荷が作用するため、薄板のときのようにプローブ出力から即座に帯電電荷量を求めることができない。つまり個々の電荷がプローブ出力に及ぼす効果を数値計算により求めておき、プローブによる多点測定値から逆計算によって帯電電荷量を算出する必要がある。

ここで固体絶縁物表面で帯電電荷が存在する部分を N 個に分割し、 M ヶ所のプローブ出力 W_p を測定するとき、誘電率が電荷に依存しないとすると重ね合わせの理により、 N ヶ所の帯電電荷密度 σ と M ヶ所のプローブ出力 W_p は、

$$W_p = A\sigma \dots\dots\dots (1)$$

と行列表示できる。 A は $M \times N$ の行列である。したがって、数値電界計算により係数行列 A を求めておけば、本研究で行ったような測定数 M と帯電区分数 N が等しい場合には、 N 個の多点測定値 W_p と係数行列 A の逆行列 A^{-1} から

$$\sigma = A^{-1}W_p \dots\dots\dots (2)$$

となり、逆行列計算により帯電電荷密度分布 σ を求めることができる。

これまでに係数行列 A の計算方法として少なくとも 4 種類の方法が提案されているが、直接法⁽¹⁰⁾と λ 関数法⁽¹¹⁾⁽¹²⁾が正しい結果を与える方法である⁽²⁾。直接法は固体絶縁物表面の帯電電荷によるプローブへの誘導電荷をそのまま数値計算する方法であり、 λ 関数法は真電荷が存在しない状態でプローブに単位電位を与えたとき、該当する固体絶縁物の表面に誘起する電位を求める方法である。これら 2 つの方法は理論的には同じ係数行列を与えることが知られているが、数値計算時の計算条件・境界条件がそれぞれ異なるために数値誤差を生じ、両者は完全には一致しない。

図 1 実験装置

Fig. 1. Experimental system.

図 2 静電プローブの形状と測定面との距離

Fig. 2. Electrostatic probe.

3. 実験装置

図 1(a) に測定配置を示す。固体絶縁物試料はテフロンであり、上下面の面積が $5 \times 5 \text{ mm}^2$ 、高さが 10 mm の直方体で、比誘電率は 2.0 である。これを接地平板上に 5×5 個並べ、図 1(b) のように帯電区分番号 J (1~25) を割り当てた。絶縁物試料の厚みを t とすると、この場合は $t = 10 \text{ mm}$ となる。 t を 20 mm, 30 mm および 40 mm と変化した実験も行なったが、この際には、底面積が等しく高さが 10 mm, 20 mm, 30 mm の直方体形テフロン架台上に先の 25 個の試料を載せた。

静電プローブは図 2(a) に示すように同軸円筒構造をしており、センサ部は半径 2.5 mm の円筒形で、その周囲が内半径 3.5 mm、外半径 4.5 mm、長さ 16 mm の接地されたガード電極で覆われている。図 2(b) のようにセンサは上下に可動であり、センサと試料表面の距離を h 、ガード電極下部と試料表面の距離を h_g とした。

絶縁物試料を帯電させるために図 3 の一様イオン発生装置を用いた。一様イオン発生装置はコロナ放電電極に高電圧を印加することにより針先端に不平等電界を作り出し、イオン流を発生させる。グリッド電極によりグリッド電極 - 接地平板電極間に平等電界を作り出し、接地平板電極中央に置いた試料上面に電荷を一様に帯電させた。

図3 一様イオン発生装置

Fig. 3. Setup to provide ion shower.

4. 実験方法

図3の一樣イオン発生装置を用いてコロナ放電により絶縁物試料上面のみに一樣に負電荷を帯電させる。印加電圧 $V = -20 \text{ kV}$ または -25 kV とし、放電時間は3秒とした。静電プローブの中心軸を図1(b)のように各ブロック中央位置と一致させ、ブロック数と同じ25個のプローブ出力 W_p を測定し、(2)式で表わされる逆行列計算により帯電電荷分布を推定した。プローブ位置にも番号を割り当て、対応するブロック番号(図1(b))と同一とした。プローブ出力の測定後、ファラデーケージにより各絶縁物試料の帯電電荷量を個別に測定した。ここでファラデーケージにより帯電電荷量を測定するとき、ブロック試料を一度持ち上げる必要があり、この際に剥離帯電を生じるため、ファラデーケージによる測定値は実験時の帯電電荷量と完全には一致しない。

5. 測定結果

5.1 係数行列計算法の比較 先に述べたように直接法とλ関数法は理論上同じ係数行列を与えるが、数値電界計算誤差のため計算値は完全には一致しない。まず係数行列 A を両手法により計算し、比較を行った。数値電界計算法としては三次元解析用の表面電荷法を使用した。計算条件は $h = h_g = 3 \text{ mm}$, $t = 10 \text{ mm}$ とした。対角行列を比較すると相違は最大で0.4%となり、相互によく一致した。次にこの相違が逆行列計算による復元値にどのような影響を与えるか調べるため、両者の係数行列を用いて帯電電荷測定実験を行った。

$V = -25 \text{ kV}$ として各ブロックを帯電させ、実験を行った。直接法を用いた結果を図4(a)に、λ関数法を用いた結果を図4(b)に示す。各測定位置におけるプローブ出力を黒丸、ファラデーケージにより測定した帯電電荷量を横線、逆計算により復元した帯電電荷分布および復元値と測定値の差の絶対値を棒グラフで示している。直接法による復元値とλ関数法による復元値は互いによく一致していることが分かる。両復元値ともに、ファラデーケージ測定値との

(a) 直接法

(b) λ関数法

図4 帯電電荷測定結果 ($h = h_g = 3 \text{ mm}$, $V = -25 \text{ kV}$)

Fig. 4. Measured charge distribution ($h = h_g = 3 \text{ mm}$, $V = -25 \text{ kV}$).

差の最大値は62 pC ($J = 11$), 差の平均値は24 pCとなり、 $J = 4$ など局所的に帯電電荷量が小さい場所もあるがよく一致している。ここで、 $J = 4$ 付近の帯電電荷量の乱れは、一樣イオン発生装置による帯電が実際にはばらついていていたことを示しているが、こうした一様でない帯電分布に対しても、妥当な復元が可能であることが示されている。

一方、プローブ出力は試料中央部へいくほど大きくなり、試料中央部で最大値(約190 pC)を、試料端部で最小値(約110 pC)をとり、プローブ出力が直接帯電電荷分布を示していないことが分かる。

本節の結果より、以下では係数行列の計算法として直接法を採用することとした。これは、直接法が筆者らの一人が提案した手法であることと、表面電荷法を用いる場合は直接法の方がλ関数法よりも高速であることを考慮したためである。

5.2 静電プローブの測定位置 センサ - 試料間距離 h が近いほど、係数行列が良条件となり、プローブ出力も大きくなるため、逆行列計算が安定する。しかし、 h を小さくしすぎるとプローブへの放電が起こり、測定を行うことができない。そこで測定位置の効果を検討するために、 h

を 1 mm, 3 mm, 5 mm および 10 mm として測定を行った。この時 $h = h_g$, $t = 10$ mm および $V = -20$ kV とした。なお, 前節の印加電圧 ($V = -25$ kV) よりも低い印加電圧で実験を行ったのは, $V = -25$ kV, $h = 1$ mm の予備実験で放電が起きてしまったからである。図 5(a) ~ 図 5(d) は $h = 1$ mm ~ $h = 10$ mm の測定結果であり, グラフの形式は図 4 と同じである。

h を 1 mm, 3 mm, 5 mm および 10 mm とすると, 差の最大値は 36 pC ($J = 14$), 40 pC ($J = 14$), 72 pC ($J = 1$) および 600 pC ($J = 18$) となり, 差の平均値は 13 pC, 15 pC, 24 pC および 220 pC となった。 h が小さくなるとプローブ出力が大きくなることと, 逆行列計算の安定性が向上 (または復元値の分散が低下) していくことがわかる。この実験条件においては, $h = 3$ mm 以下で振動が小さく安定した復元が可能であり, $h = 5$ mm 程度が復元できる距離の限界と考えられる。また図 5(d) では復元値は正負に大きく振動し, 明らかに復元に失敗している。これは逆行列計算がプローブ出力に混入した計測誤差を, 復元値の分散に拡大写像するため, 逆計算の不安定性を示す典型例となっている。

プローブへの放電が生じる可能性があるため h は大きい方がよく, 以下では, 安定した復元が可能であった $h = 3$ mm を採用することとした。

5.3 逆計算手法の適用 前節ではプローブの測定位置を遠ざけるほど逆行列計算の不安定性が増した。このような単純な逆行列計算ではなく, 逆問題の数学的解法を適用することでこの不安定性をある程度除去できる。ここではペナルティ付き最小二乗法⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾を適用し, その効果を検証する。前節の $h = 5$ mm と $h = 10$ mm の多点測定値に対し, (2) 式ではなく,

$$\sigma = (A^T A + \gamma K^T K)^{-1} A^T W_p \dots\dots\dots (3)$$

を用いて帯電電荷分布の推定を行ったのが図 6 で, (a) $h = 5$ mm および (b) $h = 10$ mm である。ただし, K は画像処理用のラプラシアン・フィルタに基づいて作成したペナルティ行列⁽⁹⁾で (正確には対称行列 $K^T K$ をペナルティ行列と呼ぶ), 重み $\gamma = 0.001$ とした。 $h = 5$ mm では, $J = 6 \sim 25$ では差の平均値は 23 pC から 13 pC となり, 復元値は改善されたが, $J = 1 \sim 5$ では差の平均値は 28 pC から 38 pC となり逆に悪化した。これは (3) 式に一種の平滑化の作用があるため, $J = 6 \sim 25$ のように一様に帯電している場所では復元値が改善されているが, $J = 1 \sim 5$ のように局所的に電荷量が小さく, 隣接した区分の電荷量が大きな場合には復元値が大きく計算されるためである。 $h = 10$ mm では, (2) 式を用いた復元では復元値が正負に振動したが, (3) 式を用いることで帯電電荷分布は大幅に改善され, 差の平均値は 29 pC となり, 完全な失敗にはならなかった。また $h = 5$ mm の時と同じ理由で $J = 1 \sim 5$ の復元値は, $J = 6 \sim 25$ の復元値に比べ測定値との差が大きくなっている。このように (3) 式を用いることは悪影響も与えること

図 5 h を変化させたときの帯電電荷測定結果
Fig. 5. Dependence on the probe altitude h .

図6 (3)式による帯電電荷測定結果
Fig. 6. Estimated results by Eq. (3).

もあり、また K および γ は一意ではないので、こうした手法の使用にあたっては十分な検討が必要である。

5.4 ガード電極の効果 ガード電極はプローブ開口部面積外からの電束の流入を防ぐもので、プローブ - 試料間の空間電界を平等に近づける役割を持つ。つまりガード電極は平等電界近似を用いて帯電電荷を測定する薄板試料表面の帯電電荷の測定には必要であるが、本研究のような平等電界近似を用いない厚板試料の帯電電荷の測定において本質的には不必要である。ただしガード電極を設けることで係数行列の条件数を改善でき、測定誤差が帯電電荷分布へ及ぼす影響を抑えることができる。そこでガード電極の効果を調べるために、センサの位置 h を 3 mm とし、センサがガード電極より突き出し露出した状態 ($h_g = 5 \text{ mm}$) と逆にセンサがガード電極内部に埋没した状態 ($h_g = 2 \text{ mm}$) で帯電電荷測定を行った。その結果が図7であり、(a) $h = 3 \text{ mm}$, $h_g = 5 \text{ mm}$ および (b) $h = 3 \text{ mm}$, $h_g = 2 \text{ mm}$ である。このとき、 $V = -25 \text{ kV}$ とし、(2)式を用いて推定を行っている。

センサを露出させた場合、プローブ出力は $300 \text{ pC} \sim 400 \text{ pC}$ と大きく、復元値と測定値の差の最大値は 100 pC ($J = 16$)、差の平均値は 42 pC となった。復元値は大きく変動し、 $h = h_g = 3 \text{ mm}$ のときより逆行列計算は不安定

図7 h_g を変化させたときの帯電電荷測定結果
Fig. 7. Dependence on the guard electrode altitude h_g .

になった。これはプローブ直下以外の電荷の影響を受けやすくなり、係数行列が悪条件となったため、プローブ出力の誤差が逆行列計算時に拡大されたためである。

センサを埋没させた場合、復元値と測定値の差の最大値は 39 pC ($J = 20$)、差の平均値は 20 pC となり、復元の安定性が向上した。これはプローブ直下以外の電荷の影響を受けにくくなり、係数行列の条件数を改善できたためである。プローブ出力は $h = h_g = 3 \text{ mm}$ のとき (図4) の約70%に低下した。このようにセンサをガード電極内部に埋没させるとプローブ出力は小さくなるため、絶縁物の帯電電荷量が小さい場合、ノイズの影響を受けやすくなり、安定した復元ができないことも考えられる。今回の結果では復元値は安定しており、プローブ出力の大きさは十分であるといえる。

5.5 試料の厚さの影響 実際に用いられる絶縁機器の厚みは様々であるため、厚みの違いが帯電測定にどれだけ影響を与えるのか調べることは非常に重要である。前節までは試料の厚み t を 10 mm のみとして測定を行ってきたが、 t を 20 mm , 30 mm および 40 mm として帯電電荷測定を行った。その結果を図8に示す。図(a), (b), (c) はそれぞれ $t = 20 \text{ mm}$, $t = 30 \text{ mm}$, $t = 40 \text{ mm}$ の場合

図8 t を変化させたときの帯電電荷測定結果
Fig. 8. Dependence on the specimen thickness t .

の結果である。このとき、 $h = 3 \text{ mm}$ 、 $h_g = 2 \text{ mm}$ および $V = -25 \text{ kV}$ とし、式 (2) を用いて推定を行っている。

厚みによらず逆行列計算による復元値と測定値の差の平均値は 15 pC 以下となり、振動も小さく両者はよく一致している。また t が大きくなるほど、プローブ出力が大きくなっているが、これは試料上面の帯電電荷に対し、接地平板電極が遠くなり、逆極性の大地映像電荷の影響が小さくなるためと考えられる。今回の実験条件においては、試料の厚みが大きくなっても、逆行列計算の不安定性への影響はほとんどないといえる。

6. まとめ

厚みの大きな固体絶縁物表面の帯電電荷を静電プローブによる多点測定と数値電界計算の併用により求め、プローブの測定位置や形状による効果、試料の厚みによる影響を検討した。結果を以下にまとめる。

(1) 直接法および関数法を用いることで、簡単な実モデルにおける帯電電荷分布を復元でき、また両者の結果がよく一致することが実験的に検証された。

(2) プローブと絶縁物表面の距離を小さくするほど、安定した帯電電荷分布の復元が行えた。ただし、放電が発生するなどの理由で距離を十分に小さくできない場合もあり、こうした背反する要因をも考慮して距離設定を行う必要がある。

(3) 逆行列計算が不安定に陥る場合は、逆計算手法の適用により安定した帯電電荷分布の復元が行えた。ただし、今回使用したペナルティ付き最小二乗法には復元分布を平滑化する作用があり、過度な平滑化を施すことがないように注意が必要である。

(4) センサ面をガード電極内に埋没させることで、より安定した帯電電荷分布の復元が行えた。ただし、同時にプローブ出力の絶対値は低下するのでノイズに対する耐性は低下するものとみられ、こうした背反する要因をも考慮して埋没深さを設定する必要がある。

(5) 絶縁物の厚みを変化させた場合にも安定した帯電電荷分布の復元が可能であった。

今後、(1) 多面帯電状態での測定、(2) 実機器に近いモデル形状での測定、(3) 測定点数を未知数以上とした逆計算などを行う予定である。

(平成 14 年 6 月 19 日受付, 平成 15 年 4 月 16 日再受付)

文 献

- (1) M. Yashima, H. Fujinami, and T. Takuma: "Measurement of Charge Density on Dielectric Surface by Electrostatic Probe", CRIEPI, Electrical Engineering Laboratory, Rep., No. 185001 (1886) (in Japanese)
八島政史・藤波秀雄・宅間 董:「静電プローブによる誘電体表面電荷量の測定法」, 電中研研究報告, 185001 (1986)
- (2) T. Takuma, M. Yashima, and T. Kawamoto: "Principle of Surface Charge Measurement for Thick Insulating Specimens", *IEEE Trans. DEI*, Vol. 5, pp. 497-504 (1998)
- (3) T. Takuma and S. Hamada: "Analysis of Measuring Methods for Accumulated Surface Charge", *ELECTRIC*, Belrin 53, pp. 397-400 (1999)
- (4) 宅間 董・濱田昌司・北野正雄・立松明芳:「帯電電荷測定法の解析 (2)」, 第 31 回電気電子絶縁材料シンポジウム, pp. 137-140 (1999)
- (5) S. Hamada and T. Takuma: "Analysis of Measuring Methods of Accumulated Surface Charge (1)", *T. IEE Japan*, Vol. 120-B, No. 1, pp. 69-74 (2000-1)
- (6) A. Tatematsu, S. Hamada, and T. Takuma: "Calculation of the Coefficient Matrix between Surface Charge and Probe Response for Surface Charge Measurement", *ACED-2000*, F-613, pp. 379-382 (2000)
- (7) S. Hamada, A. Tatematsu, and T. Takuma: "Measurement of Accumulated Charge on Dielectric Support", *JIEED Japan*, Vol. 44, No. 1/2, pp. 8-14 (2001) (in Japanese)
濱田昌司・立松明芳・宅間 董:「支持絶縁物の帯電測定」, 放電学

- 誌, **44**, No. 1/2, pp. 8–14 (2001)
- (8) A. Tatematsu, S. Hamada, T. Takuma, and H. Morii: “Analysis of Measurement Accuracy of an Accumulated Charge Distribution on High Voltage Supprots”, ISH-2001, Vol. 2, pp. 405–408 (2001)
 - (9) A. Tatematsu, S. Hamada, and T. Takuma: “Analysis of Accuracy in Measuring Accumulated Surface Charge”, 2001 J-K Joint Symposium on ED & HVE, pp. 41–44 (2001)
 - (10) M. Yashima, H. Fujinami, and T. Takuma: “Measurement of Accumulated Charge on Dielectric Surfaces with an Electrostatic Probe”, Gaseous Dielectrics V, pp. 242–247, Pergamon Press, New York (1987)
 - (11) A. Pedersen: “On the Electrostatics of Probe Measurements of Surface Charge Densities”, Gaseous Dielectrics V, pp. 235–240, Pergamon Press New York (1987)
 - (12) T.O. Rerup, G.C. Crichton, and I.W. McAllister: “Using the λ Function to Evaluate Probe Measurements of Charged Dielectric Surfaces”, *IEEE Trans. DEI*, Vol. 3, pp. 770–777 (1996)
 - (13) 松岡俊文:「インバージョンにおける数値解法」, 物理探査, Vol. 39, No. 6, pp. 340–356 (1986)
 - (14) 武者利光・岡本良夫: 逆問題とその解き方, オーム社 (1992)

立 松 明 芳 (学生員) 1975 年 6 月 2 日生。1999 年 3 月京都大学工学部電気電子工学科卒業。2001 年 3 月同大学院工学研究科電気工学専攻修士課程終了。同年 4 月同専攻博士課程進学。現在に至る。電界計算, 電界測定法の解析に関する研究に従事。

青 木 康二郎 (学生員) 1979 年生。2002 年 3 月 京都大学工学部電気電子工学科卒業。同年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程入学。現在に至る。

濱 田 昌 司 (正員) 1965 年 2 月 13 日生。1987 年 3 月京都大学工学部電子工学科卒業。1992 年 3 月東京大学大学院工学系研究科電気工学専攻博士課程修了。同年 4 月東京電機大学工学部電気工学科助手, 1993 年同学講師。1997 年 9 月京都大学工学研究科電気工学教室講師, 現在に至る。工学博士。主として, 高電圧, 放電, 電界計算, 過渡解析に関する研究に従事。IEEE 会員。

植 村 卓 司 (非会員) 1960 年生。1985 年大阪大学大学院基礎工学研究科電気工学分野修了。同年 4 月関西電力株式会社入社。現在, 同社研究開発室研究推進グループマネジャー。

宅 間 董 (正員) 1938 年 9 月 30 日生。1966 年東京大学大学院博士課程修了。工学博士。同年同大学電気工学科講師。1967 年 (財) 電力中央研究所入所。高電圧, 放電, 電磁界解析, 核融合の研究に従事。1989 ~ 93 年九州大学客員教授。1995 ~ 2002 年京都大学工学研究科教授。2002 年から電力中央研究所研究顧問。1975 年英国電気学会 Maxwell 賞, 1981 年および 91 年電気学会著作賞。1992 年業績賞ならびに科学技術庁長官賞受賞。IEEE Fellow.