

# 漏電による出火について

千葉市消防局予防課

## 1 はじめに

漏電火災という名称は一般的にも知られているが、その特徴やメカニズムまで理解し明確な原因究明を導き出すことは困難と言える。

そのような中、本市で発生した建物火災において、屋外に設置された分電盤内の配線から漏電し、モルタル壁内部のワイヤーラスが発熱・出火に至った典型的な漏電火災の調査事例を紹介する。

## 2 火災概要

### (1) 出火日時

平成27年 6月 20時50分頃

### (2) 覚知日時

平成27年 6月 21時06分

### (3) 鎮火日時

平成27年 6月 翌 1時28分

### (4) 出火場所

千葉市内

### (5) 被害状況

人的被害：なし

物的被害：

木造一部鉄骨造瓦葺モルタル塗2階建一般住宅1棟  
半焼

延床面積324㎡の

うち焼損床面積84

㎡、焼損表面積87㎡

### (6) 気象状況

天候：曇 風向：東北東 風速：4 m/s

実効湿度：74% 気温：22℃

## 3 火災初期の居住者の目撃状況

- (1) 最初に2階廊下に設置されているダウンライトから煙を目撃している。
- (2) 時間経過とともに2階北西側の窓枠、軒下から煙を目撃している。
- (3) 最終的に1階応接間北西側内壁から火炎の噴出を目撃している。

## 4 実況見分状況

### (1) 建物外周部

2階開口部付近が焼損しており、屋根が全体的に焼け抜けている。(写真1、2)

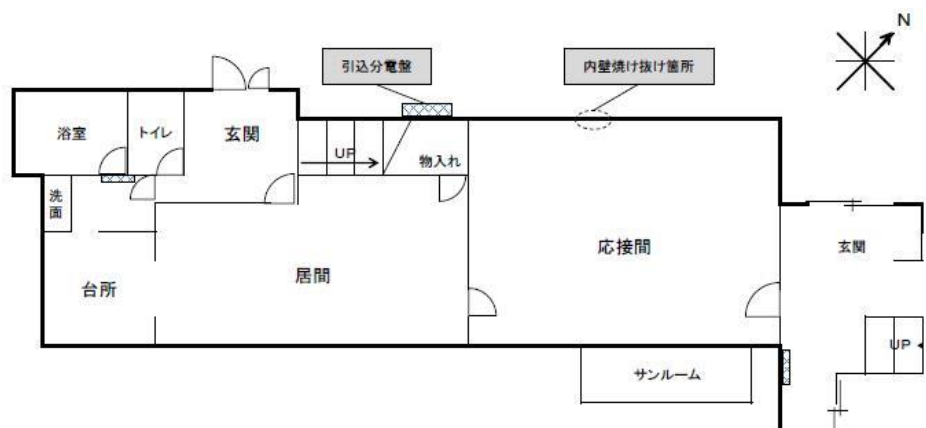


図1 1階平面図



写真1 建物外周部（南東側）



写真2 建物外周部（北西側）

## (2) 2階内部

2階は、全体的に屋根及び天井が焼け抜け、床面の一部にも焼け抜けが確認できるが、内壁下部及び床面に焼損していない箇所が認められる。(写真3、4)



写真3 居室部分の状況



写真4 廊下部分の状況

## (3) 1階内部

1階内部は、全体的に天井及び天井裏が焼損しているが、内壁及び床面に焼損は認められない。しかしながら、応接間北西側に位置する板張りの内壁上方に局所的に焼け抜けが認められる。(写真5～7)



写真5 天井及び天井裏の状況



写真6 応接間北西側内壁の状況



写真7 応接間北西側内壁の状況

焼け抜け部分周囲の内壁を剥がすと、上方に向かって扇状に焼損し、基点部分の木ずりが焼失し、焼け細った柱には釘、天井裏には鉄骨が確認できる。(写真8)

また、木ずりが焼失している箇所のモルタル壁は表面が灰白色に変色し、一部破損しており、破損箇所にワイヤーラスが確認できる。(写真9)



写真8 内壁を剥がした状況



写真9 モルタル壁変色箇所

#### (4) 引込分電盤等の状況

建物北西側外壁に、上下2つの扉に分かれた引込分電盤ボックス（以下、「分電盤ボックス」という。）が設置されている。分電盤ボックス上部には、アナログ式積算電力計とデジタル式積算電力計（以下、「スマートメーター」という。）が1基ずつ設置されており、スマートメーターから出た配線は、分電盤ボックス下部の配線用遮断器に接続されていることが分かる。(写真10)

また、漏電ブレーカーは屋内に設置されており、火災発生時には漏電ブレーカーは作動しておらず、さらに居住者からは火災発生以前に漏電ブレーカーは作動していないとの情報が得られている。

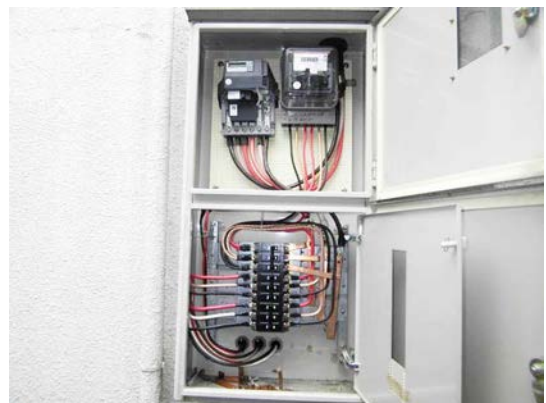


写真10 分電盤ボックス全体の状況

## 5 出火箇所の検討

関係者の供述及び焼損状況から、出火箇所は、1階応接間北西側の壁内と判定する。

## 6 出火原因の検討

出火箇所を壁内と判定したため、漏電による出火の可能性を疑い、以下検討する。

### (1) 漏電回路の調査について

ア 漏電回路を形成する3要素の調査について  
漏電による出火を立証するためには、漏電回路を形成する「漏電点」、「出火点」、「接地点」と呼ばれる3要素を明らかにする必要がある。

#### (ア) 漏電点の調査について

「漏電点」とは、電流が漏れ始めた箇所を言うが、調査時には状態が変化していたり、痕跡が残らなかったり発見が困難とされる。

火災発生前から火災後に至るまで漏電ブレーカーが作動していない事実から、漏電ブレーカーの2次側ではなく、漏電ブレーカーの1次側で漏電した可能性が高いと考えられる。

そのため、電柱から引込線をたどると、分電盤ボックス内に接続される黒色配線が内扉のヒンジに接触していることが確認で

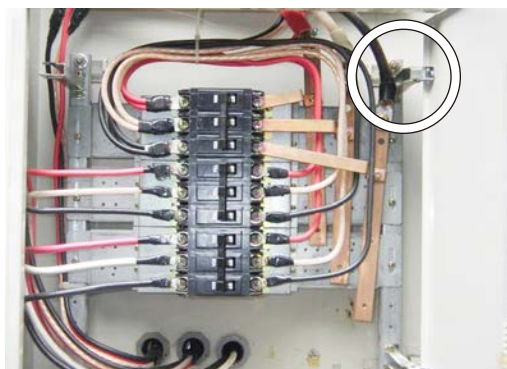


写真11 引込分電盤下部の状況

きる。(写真11)

そこで、黒色配線とヒンジの導通を確認するため、テスターを用いて両者間の抵抗値を測定すると「0.9Ω」であり、両者は導通していることが分かる。(写真12)



写真12 黒色配線とヒンジの導通確認

接触している部分の黒色配線を詳細に確認すると樹脂製の被覆に亀裂が認められ、被覆内部の丸型圧着端子には、端子表面に長さ約2mmの熔融痕が認められる。また、接触しているヒンジ部分にも黒く変色している部分が認められる。(写真13)

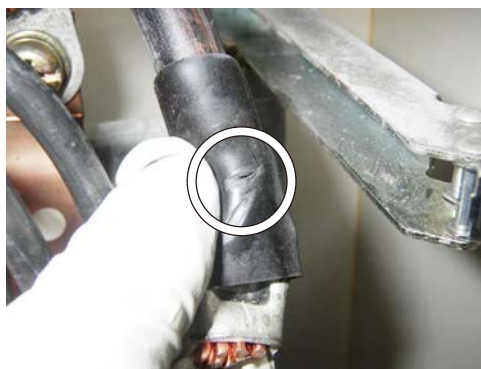


写真13 黒色配線の接触部分の状況

以上のことから、黒色配線と分電盤ボックスのヒンジが接触する部分が漏電点である可能性が高いと考えられる。

#### (イ) 出火点の調査について

「出火点」とは、漏電回路において何らかの要因で電気抵抗が高くなり発熱し出火に至った箇所を言い、出火箇所となり得る。

出火箇所と判定した1階応接間北西側の壁内を確認すると、金属製のワイヤーラスが露出した状態で認められ、詳細に見分ると、全体的に錆びが発生し、他の箇所と比較し線径が細くなっている。

これは、当該部分がワイヤーラスの継ぎ目部分であることから電気抵抗が高まり、長時間発熱したものと考えられる。

以上のことから、当該箇所が出火点と考えられる。(写真14)



写真14 ワイヤーラスの状況

#### (ウ) 接地地点の調査について

「接地地点」とは、水道管や鉄骨材などのように、連続して地面に埋設される金属製構造物に、出火点を構成する金属部材（ワイヤーラス、トタンなど）が触れている箇所を言い、仮に漏電点があったとしても接地地点がなければ漏電回路が形成されないため、出火することはない。

接地地点を確認するため、出火箇所付近の鉄骨とワイヤーラスが触れている点がないか目視で検索するが、確認できる範囲で接地地点と疑われる点は認められない。そこで、ワイヤーラスと大地間の接地抵抗値を測定すると「35Ω」となり、さらに、鉄骨と大地間の接地抵抗値を測定すると、「18Ω」となり、ワイヤーラス及び鉄骨は、それぞれアースが取れていることが確認できる。

以上のことから、接地地点は直接確認する

ことはできなかったが、壁内でワイヤーラスと鉄骨が触れている箇所が存在している可能性が高く、当該箇所が接地点と考えられる。

#### イ 漏電回路の立証について

明らかになった漏電回路を形成する3要素について、それぞれのつながりを検討し、漏電回路を立証する。

##### (ア) 漏電点と出火点のつながり

漏電点と出火点のつながりを確認するため、分電盤ボックス内のヒンジと1階応接間北西側の壁内のワイヤーラスの抵抗値を測定すると、「47.2Ω」となり、漏電点と出火点は電氣的につながっていることが確認できる。

さらに、ヒンジとワイヤーラスがどのようにつながっているのか確認するため、分電盤ボックスを外壁に打ち付けているネジを取り外すと13本の内1本がワイヤーラスを貫通しており、当該箇所でも電氣的につながっていることが確認できる。(写真15、16)



写真15 ネジとワイヤーラスの状況



写真16 ネジの状況

(イ) 出火点と接地点及び漏電点と接地点のつながり

漏電点及び出火点の接地状況を確認するため、両点の接地抵抗値を測定する。

なお、出火点と接地点については、接地点の調査時に出火箇所付近のワイヤーラスの接地抵抗値を測定し、アースが取れていることを確認している。

漏電点と接地点のつながりを確認するため、分電盤ボックスと大地間の接地抵抗値を測定すると「81Ω」となり、アースが取れていることが確認できる。

(ウ) まとめ

以上、(ア)、(イ) から、漏電回路を形成する3要素が線でつながり、漏電回路が形成されたことが証明される。(図2)

## (2) 漏電に至る経緯の考察について

ア 居住者の供述について

(ア) 火災発生日の約2週間前に分電盤ボックス内の積算電力量計の取り替え工事(スマートメーターへの取り替え)を電力会社が実施している。

(イ) 火災発生日1週間前に風呂場のブライン

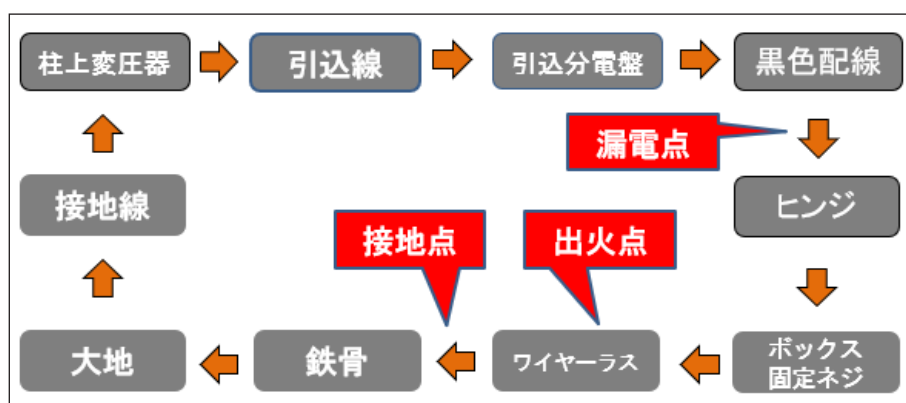


図2 考えられる漏電回路

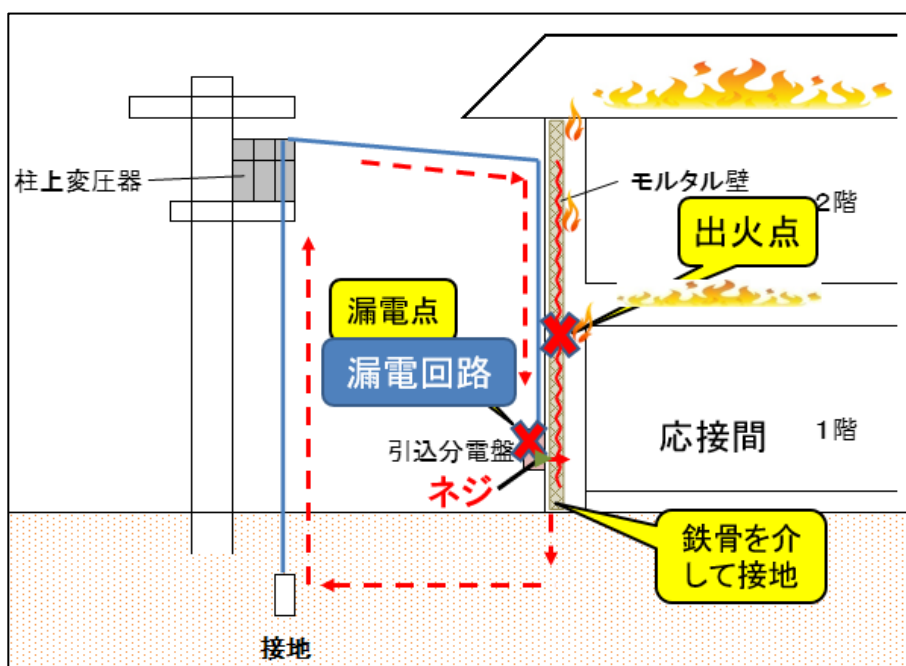


図3 本件火災における漏電回路イメージ図

ドに触れた際、ビリビリと感じている。

(ウ) スマートメーターへの取り替え後、電気の使用状況や生活スタイルは普段と変わらない。(大きい電力を消費する電気機器を特に使ったりはしていない)

(エ) 火災発生前、停電(漏電ブレーカーの作動)は発生していない。

#### イ 積算電力量計の取り替え工事について

居住者の供述により、火災発生日の約2週間前に積算電力量計の取り替え工事を実施していたことが判明したため、工事を実施した会社に連絡し作業担当者に来場を求め、どのような作業を実施したかを再現してもらう。

(ア) 作業担当者は、三脚を使用し、分電盤ボックス上部に設置されているスマートメーターに正対した位置で取り換え作業を

実施している。

(イ) 分電盤ボックス下部の扉は閉めた状態で作業を行い、作業後も分電盤ボックス下部内の配線状況を確認していない。(写真10参照)

(ウ) 取り換え作業により、分電盤ボックス下部につながる配線(黒色配線を含む)が動くことがあることが判明した。

#### ウ 電気量の変化について

電力会社に対し消費電力量に関するデータの提供を求め、スマートメーター取り付け日から火災当日までの30分おきの電力量をグラフ化すると図4となり、電力量の変化についてまとめると表1となる。

スマートメーター取り付け後の1日毎の電力量は、一番低い日で20.5Kwh、一番

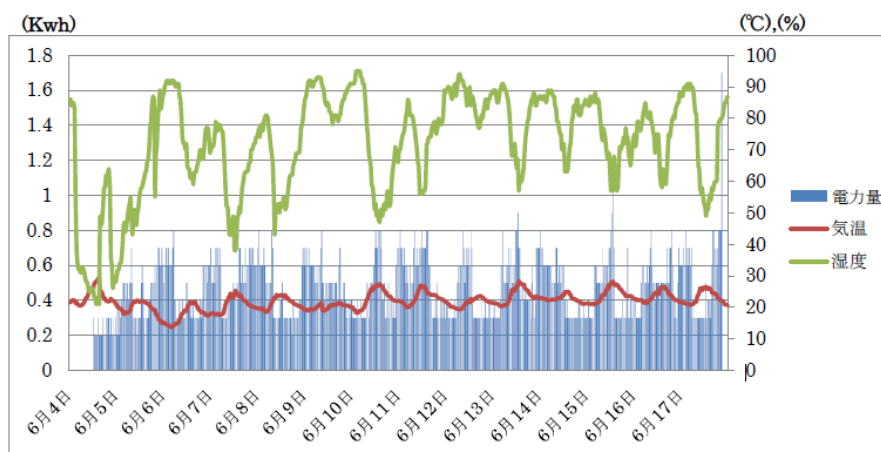


図4 スマートメーター取り付け後の電力量の推移グラフ

	電力量	日数	1日当たり平均
スマートメーター 取り付け後	312 Kwh	14日	22.3Kwh
平成27年5月 (前月)	245 Kwh	30日	8.1Kwh
平成27年1月 (最近で最も多い月)	651 Kwh	33日	19.7Kwh
平成26年6月 (前年同時期)	250 Kwh	28日	8.9Kwh

表1 スマートメーター取り付け後の電力量の推移グラフ

高い日で26.7Kwh、平均で22.3Kwhとなるが、交換前の電力量は、交換前月の5月が8.1Kwh (245Kwh / 30日)、昨年6月が8.9Kwh (250Kwh / 28日)、最近で1番多かった1月分が19.7Kwh (651Kwh / 33日) となり、切り換え後と切り換え前の電力量を1日当たりの平均で比較すると、切り換え後には、前月及び昨年同時期の2倍以上になっており、最も使用量の多い冬場1月よりも高い電力量となっていることが分かり、スマートメーター切り替え工事をきっかけに消費電力量が増えていることが判明した。

#### エ 電力会社の回答に対する検証

取り換え工事の再現、さらにこれをきっかけに電力量が増加している事実を電力会社に説明し、取り換え工事が起因となり漏電が起こった可能性がある旨を伝えたところ、電力会社から「配線とヒンジが接触したら、大電流が流れ、もっと大きな痕跡が残り、さらに、接触時には大きな火花が出て異常に気が付くはず。」との回答があったことから、この内

容についてさらに検証を行うこととする。

#### (ア) 成分分析

双方の表面に互いの成分が付着していれば接触していたことの証明となるため、以下の要領で、実物の接触部分の表面の成分分析を実施する。

##### a 試験

走査型電子顕微鏡試験一定性分析

##### b 測定装置

(株)日立ハイテクノロジーズ製 SU6600

##### c 試験資料

ヒンジ、丸型圧着端子、配線被覆(表面を金蒸着)(写真17~19)

##### d 分光条件

加速電圧15kV

##### e 分析結果

表2のとおり

分析結果から、ヒンジ(Znメッキ製)の表面にはSn(スズ)が検出され、丸型圧着端子(Snメッキ製)の表面にはZn(亜鉛)が検出されていることから、丸型

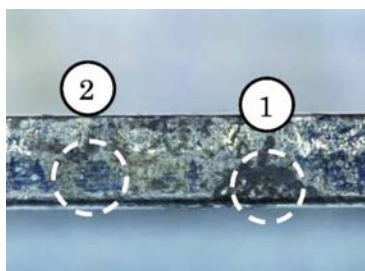


写真17 ヒンジ

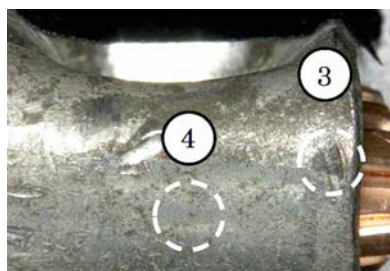


写真18 丸型圧着端子

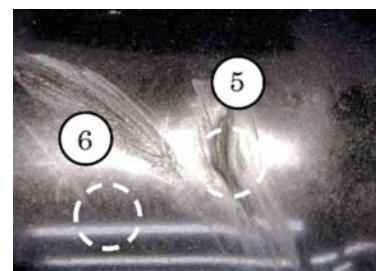


写真19 配線被覆

表2 走査型電子顕微鏡試験による成分分析結果

分析資料	分析位置	検出元素
ヒンジ接触部分	①	Fe, C, O, Zn, Sn, Cu, Cl, Ca, Si, S, Al, Mg
ヒンジ非接触部分	②	Zn, O, C
丸型圧着端子接触部分	③	Zn, C, O, Fe, Sn, Cu, Cl, Ca, S, Si, Al
丸型圧着端子非接触部分	④	Sn, O, C, Cl
配線被覆接触部分	⑤	C, Cl, O, Ca, Na, Si
配線被覆非接触部分	⑥	C, Cl, O, Ca, Na



圧着端子とヒンジの接触部分表面に互いの構成元素が検出され、両者が接触していた可能性が高いと考えられる。

#### (イ) 再現実験

電力会社から、配線がヒンジに接触すれば大きな痕跡が残るはずとの見解が示されたことから、黒色配線とヒンジが接触した際、どのような痕跡が残るかを検証するための再現実験を実施する。

##### a 設定状況の概略は以下のとおりとする。

(写真20)

- (a) 電源は100V 交流電源を使用し、電源側と実験器具との間に配線用遮断器 (20A) を設ける。
- (b) 100V 交流電源の配線は、VVF ケーブルを使用する。
- (c) VVF ケーブルの黒線 (非接地線) にクランプメータ (KAISESK-7715) を設置する。
- (d) VVF ケーブルの白線 (接地線) は、何にも接続せず地面へ接地する。
- (e) VVF ケーブルの黒線 (非接地線) を市販の圧着端子に圧着する。
- (f) 現場から収去したヒンジをクリップ付きリード線のクリップで挟み、クリップ付きリード線のもう一方を、接地抵抗値が約40Ωになるよう金属製品を中継し、地面へ接地する。

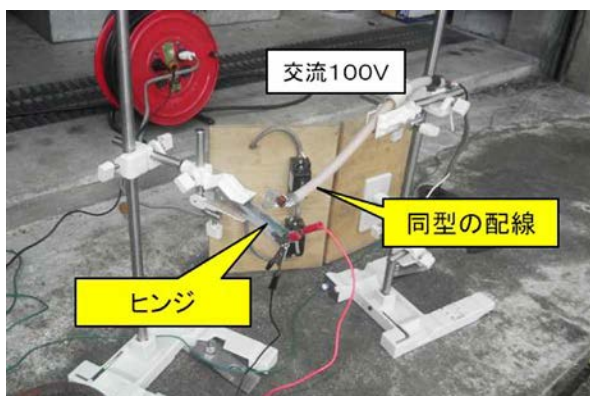


写真20 漏電点再現実験の設定状況

以上 (a) ~ (f) を設定後、丸型圧着端子とヒンジを接触させ、それぞれの接触箇所についての痕跡及び電流値について確認する。

##### b 実験結果

実験は2回実施し、その結果は以下のとおりである。なお、丸型圧着端子とヒンジを接触させた直後に配線用遮断器 (20A) が作動した。

##### (a) 1回目

ヒンジは接触箇所が長さ約2mmに亘って溶融し、黒く変色が認められる。丸型圧着端子は接触箇所に長さ約2mmの溶融が認められる。電流値は、「69.3A」が表示される。(写真21、22)

##### (b) 2回目

ヒンジは接触箇所が長さ約3mmに亘って溶融し黒く変色が認められる。丸



写真21 実験1回目ヒンジの状況



写真22 実験1回目丸型圧着端子の状況

型圧着端子は接触箇所直径約3mmの溶融が認められる。

電流値は、「54.1A」が表示される。

(写真23、24)



写真23 実験2回目ヒンジの状況



写真24 実験2回目丸型圧着端子の状況

### (c) 考察

実験結果から得られた配線接触箇所の痕跡と実際の接触箇所の痕跡に大きな差異は認められない。

### (ウ) まとめ

以上の実験結果から電力会社の「もっと大きな痕跡が残るはず」という主張は否定される。

### オ まとめ

以上ア～エにより、取り付け作業の再現による配線の動き、電力量が増加した事実、電力会社の主張に対する成分分析・再現実験による検証から、漏電に至る経緯を矛盾なく明確に説明でき、スマートメーターの取り換え

作業後に漏電が始まったと考えられる結果が得られた。

### (3) 出火原因についてのまとめ

以上(1)、(2)をまとめると以下のようになる。

#### ア 漏電点について

(ア) スマートメーターの取り替え工事を再現した結果、黒色配線がヒンジに接触する可能性がある作業内容であったと考えられる。

(イ) 分電盤ボックス内の黒色配線とヒンジが接触していることが確認でき、接触部の配線を確認すると被覆に亀裂が認められ、さらに両者の間は導通が確認できる。

(ウ) 成分分析の結果、接触部分表面には互いの構成元素が存在している。

(エ) 分電盤ボックスを固定するネジが壁内のワイヤーラスを貫通している。

(オ) 黒色配線とヒンジの接触を再現実験した結果、実験で生じた痕跡は実際の痕跡と形、大きさとも類似している。

(カ) 以上のことから、スマートメーターの取り替え作業中に黒色配線がヒンジに接触した結果、黒色配線を流れる電流がヒンジ、分電盤ボックス、分電盤ボックス固定ネジ、ワイヤーラス、という経路で漏電したと考えられる。

#### イ 出火点について

(ア) 出火箇所では木ずりの焼失、柱の焼け細り、モルタル壁の変色及び破損、ワイヤーラスに錆や細くなっている部分が認められる。

(イ) 分電盤ボックス下部内のヒンジと建物内1階応接間北西側モルタル壁の一部焼け抜けが認められる箇所のワイヤーラス間に導通が確認できる。

(ウ) 分電盤ボックス固定ネジが壁内のワイヤーラスを貫通しており、導通が確認できる。

(エ) 以上のことから、分電盤ボックスから漏電した電流が、分電盤ボックス固定ネジを介してモルタル壁内のワイヤーラスに流れ、出火箇所付近のワイヤーラスが発熱し周囲の木材が出火に至ったと考えられる。

#### ウ 接地点について

分電盤ボックス、出火点付近のワイヤーラス、出火点付近の鉄骨でそれぞれ接地抵抗を測定した結果、それぞれの箇所で大地上との導通が確認でき、接地点の特定には至らないが接地点の存在が認められる。

#### エ 電力量の推移

関係者の供述で電気の使用状況に特別な変化がないにも関わらず、スマートメーター取り付け後から火災当日までの間の電力量が増加していることから、スマートメーター取り付けを起点に漏電が始まったと考えられる。

#### オ 結論

以上のように、漏電点、出火点が特定でき、接地も確認されていることから、出火原因は建物北西側外壁に設置された引込分電盤ボックス内において、スマートメーターの取り替え作業を起点として黒色配線の絶縁被覆に亀裂が入り、丸型圧着端子とヒンジが接触したことで漏電が始まり、分電盤ボックス固定ネジを經由して壁内のワイヤーラス、更に大地へと流れる漏電回路が形成されたため、出火箇所においてワイヤーラスが発熱し、付近の

柱や木ずりを徐々に炭化させ出火に至ったものと考えられる。

## 7 再発防止対策

電力会社が行っているアナログ式積算電力計からスマートメーターへの切り替え工事は、検針の自動化や、端末機器やweb上で30分毎の電気使用量の確認を行えるなどの利点により推進されているものであるが、今回の事案は、交換工事を実施したことが起点となり火災に至った可能性が極めて高いことから、再発防止対策を検討することを電力会社へ要望した。

## 8 まとめ

“漏電火災”の調査を進める上で、漏電回路を形成する3要素を明らかにすることが重要なポイントとなるが、壁内の配線である場合が多く、壁面の破壊を伴う調査が必要となり、また、火災発生時の状態が変化している場合が多く、漏電回路を形成する3要素を特定することが困難であるケースが多い。

その中で、本件火災は出火箇所の状況から比較的初期の段階で漏電火災の可能性が高いと疑い、更に漏電点が目視できたため、その後の裏付けとなる調査を充実させることができた貴重な事例となった。