

# 出火判定のためのエキスパートシステム

## その2 エキスパートシステムの構築

財団法人 消防科学総合センター

研究員 山 瀬 敏 郎

### 1. はじめに

前回は、エキスパートシステムとはどのようなものかを簡単に説明した。今回は、その構築例として、火災現場で回収した電気機器からの出火可能性を判定するためのエキスパートシステムについて述べる。このシステムは、パソコン用のエキスパートシステム構築ツール（富士通ESHELL/FM）を利用して構築しており、まだ試作的なものである。

### 2. システムの適用範囲

出火原因の調査は、概ね次のような手順で行われる。

#### ① 出火箇所の限定

火災現場の焼損状況や関係者の証言などをもとに出火箇所を限定する。出火箇所は、そのときの状況によって、建物の階や部屋あたりまでしか限定できないこともあれば、特定の器具の特定の部分といった細かいところまで限定できることもある。

#### ② 火源の列挙

出火箇所として限定した範囲内に存在する火源（出火可能性があるもの）をすべて列挙する。階や部屋あたりまでしか出火箇所が限定できない場合には、かなりの数の火源が列挙されることもある。

#### ③ 出火判定

列挙された火源すべてについて、それぞ

れからの出火可能性を判定する。

①と②については、火災によって状況がすべて異なり、現段階ではシステム化が非常に困難であると思われる。したがって、ここではシステムの適用範囲を「③ 出火判定」とし、対象とする火源も電気機器に限定してシステム化を試みた。

### 3. 電気機器の出火判定手順

出火箇所付近に電気機器が見つかった場合、それから出火したことをいうためには、まずその機器が出火時に使用状態にあったこと、すなわち通電されていたことを立証しなければならない。これを通電立証という。通電立証で確認すべき事項は、主に次のとおりである。

- ① プラグとコンセントの接続
- ② 電源コードの短絡の跡（短絡痕）
- ③ 機器スイッチの入切
- ④ 機器の電流ヒューズの溶断
- ⑤ 機器内の短絡の跡

対象とする機器が、出火時に通電状態にあった場合には、次にその機器からの出火可能性を判定する。判定の手順は、まず出火部位を特定し、次に出火に至った原因を究明する。判定の根拠は、主に次のとおりである。

#### ① 焼損状況

燃え残った機器の焼損、溶融、変色など

の状況

## ② 電気的な痕跡

短絡痕などの電気的な火災の発生現象に伴う痕跡

## ③ 機器の使用状況

出火前、出火時の機器の使用状況

### 4. 出火判定に必要な知識

電気機器は、その中にスイッチ、コンデンサ、モータ、変圧器といった出火危険部位を持ち、これらは接触不良、絶縁劣化、層間短絡などの電気的な原因によって出火する危険を有する。このような電気機器からの出火を判定するために必要な知識は、次の2つに大別できる。

- ・ 機器の構造に関する知識
- ・ 判定のための経験的知識

#### (1) 機器の構造に関する知識

機器の構造に関する知識としては、どの機器がどのような出火危険部位を持っているかということが不可欠となる。しかし、出火危険部位の中には、コンデンサや抵抗のように機器内のあちこちに付けられているものがあり、これだけでは機器内のどこか部位かはわからない。例えば、冷暖房機はコンデンサを持つといっても、どの部分のコンデンサかはわからない。したがって、電気機器をいくつかの機能的なマクロな構成部位に分割し、機器の構造を構成部位とそれぞれが持つ出火危険部位という形で表現する。以下に例を示す。

① 冷暖房機は熱交換器、送風部、凝縮器、・・・から構成される。

② 熱交換器はヒータを、送風部はモータ、コンデンサ、抵抗を、凝縮器はコイルを、・・・出火危険部位として持つ。

#### (2) 判定のため経験的知識

判定のための経験的知識には、通電立証に関するものと出火判定に関するものがある。

出火判定に関する知識は、次の2つのレベルに分けて考える。

#### ① 出火部位の特定のための知識

機器の持ついくつかの構成部位の焼損状況などから、出火可能性のある構成部位を特定するための知識である。

(例) ヒータ周辺の断熱材、樹脂などが強く焼損している場合、熱交換器から出火した可能性がある。

#### ② 出火原因の究明のための知識

モータ、コンデンサなどの出火危険部位の焼損状況、電気的な痕跡などから、その部位からの出火可能性を判定するとともに、出火の原因を究明するための知識である。

(例) コンデンサの内部が強く焼損し、絶縁物が炭化またはグラファイト化している場合、絶縁劣化によりコンデンサから出火した可能性がある。

なお、判定のための知識には、このような鑑定結果に基づくもののほかに、関係者の証言に基づくものがある。これについては、証言の信頼性などもからみシステム化が困難であるため、ここでは扱っていない。

### 5. エキスパートシステムの構築

テレビ、冷暖房機、ヘアドライヤーの3つの機器を対象として、上記の知識を収集・整理し、知識ベースに格納することによりエキスパートシステムを構築した。以下にヘアドライヤーに関する知識の内容の一部を示す。

#### (1) 機器の構造に関する知識

ヘアドライヤーの構造を表1に示す。ここで、プラグ、電源コード、機器内配線は、すべての電気機器に共通な構成部位とする。機

器内配線は、機器により形状はすべて異なるが、短絡などの出火のメカニズムに着目すると共通な部位と考えてよいであろう。このほかの機器操作部、発熱部、送風部がヘアドライヤーに固有な構成部位といえる。

知識ベース化にあたって、共通な構成部位については上位のフレームに、固有な構成部位については下位の各機器のフレーム（ヘアドライヤーフレーム）に格納した。

表1 ヘアドライヤーの構造

| 電気機器    | マクロな構成部位 | 出火危険部位        |
|---------|----------|---------------|
| ヘアドライヤー | プラグ      | プラグ           |
|         | 電源コード    | 電源コード         |
|         | 機器操作部    | スイッチ          |
|         | 発熱部      | ヒータ           |
|         | 送風部      | モータ、コンデンサ、抵抗器 |
|         | 機器内配線    | リード線          |

(2) 判定のための経験的知識

通電立証、出火部位の特定、出火原因の究明に必要な経験的知識をプロダクションルールとして知識ベースに格納する。通電立証に関してはすべての機器に共通な知識、出火部位の特定に関しては機器に固有な知識、また、出火原因の究明に関しては出火危険部位に固有な知識として整理できる。

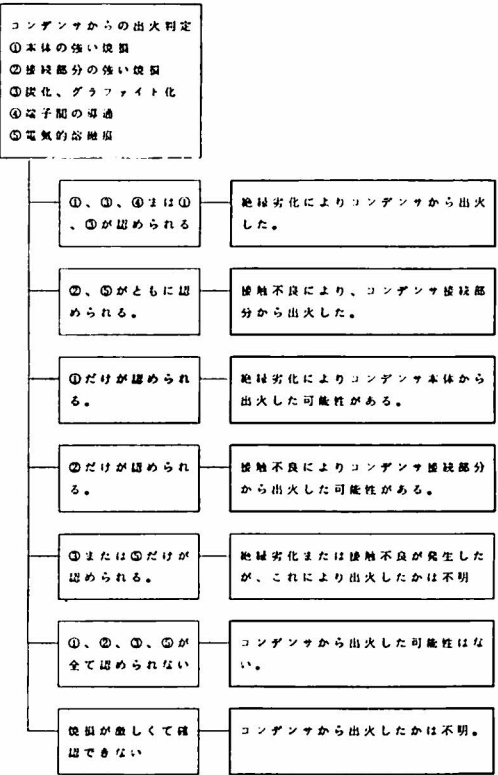
ヘアドライヤーについて、出火部位を特定するための知識を表2に、また、出火危険部位の一つであるコンデンサについて、出火原因を究明するための知識を図1に示す。

6. エキスパートシステムによる出火判定

ここで構築したエキスパートシステムを利用して、出火判定を行うときの手順を図2に示す。ただし、通電立証でプラグが差込まれていなかったことが明らかになれば、その時点で調査は終了する。また、プラグは差込ま

表2 出火部位を特定するための知識  
(ヘアドライヤーに固有な構成部位について)

| マクロな部位 | 焼けの状況                                        | 出火可能性  |
|--------|----------------------------------------------|--------|
| 機器操作部  | 1.周囲に比べて強く焼損または溶融している。                       | あり     |
|        | 2.周囲と一様に焼損、溶融している。                           | 否定できない |
|        | 3.一方向から熱を受けたような焼損、溶融を示す。                     | なし     |
|        | 4.焼損、溶融が周囲に比べて弱い。                            | なし     |
| 発熱部    | 1.吹出し口の溶融、変色が周囲に比べて強い。または直直の可燃物の焼損が周囲に比べて強い。 | あり     |
|        | 2.周囲と一様に焼損、溶融している。                           | 否定できない |
|        | 3.一方向から熱を受けたような焼損、溶融を示す。                     | なし     |
|        | 4.焼損、溶融が周囲に比べて弱い。                            | なし     |
| 送風部    | 1.本体のモータ部分の焼損、溶融が周囲に比べて強い。                   | あり     |
|        | 2.周囲と一様に焼損、溶融している。                           | 否定できない |
|        | 3.一方向から熱を受けたような焼損、溶融を示す。                     | なし     |
|        | 4.焼損、溶融が周囲に比べて弱い。                            | なし     |



れていたが機器のスイッチが入っていなかったことが確認された場合には、プラグと電源コードについてのみ出火可能性を調べることになる。本システムにより出火判定を行う場合、まず、データすなわち対象とする機器の鑑識結果を入力する必要がある。この入力データをもとに、システムは知識を利用して結論すなわち出火原因を導出し利用者に提示する。

出火判定に必要なデータは、機器やその内部の焼損、変色の具合といった視覚的であいまいなものが多い。実際の調査にあたって、専門家はこのような状況を目で見て判断し結論を出す。しかし、現段階では、視覚的なデータを直接入力することはできないため、システムが視覚的な状況をことばで質問し、利用者はそれに対して回答を入力する形態をとっている。このような入出力画面の一例を図3に示す。

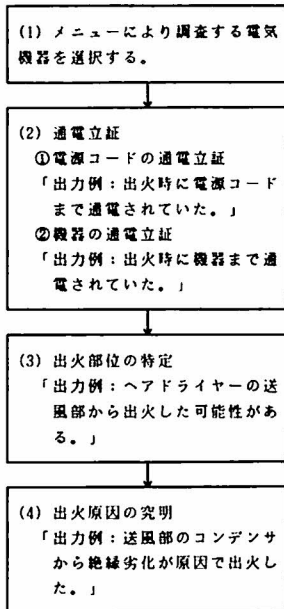


図2 本エキスパートシステムによる出火判定の手順

## 7. 実用化に向けての課題

このシステムはまだ試作段階であるが、実用化に向けての課題として、次のようなものがあげられよう。

まず、取り扱うことのできる機器を増やす必要がある。出火原因調査の支援システムとして利用するためには、少なくとも一般家庭にあるような電気機器は取り扱えなくてはならない。これは知識ベースの容量の問題である。パソコンで実現するためには、機器の構造など機器に固有な知識を最小限におさえる必要があろう。次に、前項の後半で述べたデータ入力の問題がある。実際の焼損などの状況は千差万別であり、これらをすべてことばで言い表すことはできない。そのため、実際の調査に利用するときデータの入力が困難になることが予想される。また、焼損などの程度が明確でないことが多く、それを見分けること、すなわちシステムの質問に答えること自体に専門知識を必要とすることもある。今後、ディスプレイに何種類かの焼損のパターンを表示し最も近いものを選ばせるなど、データ入力の改善が望まれる。

III ヘッドライヤー III  
送風部 \*\*\*\*\* コンデンサからの出火の可能性

選択可能 印刷 戻る

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 1. コンデンサの端子間に導通がありますか      | YES NO 不明 |
| 2. 内部に酸化・クラック・ファイバ化が見られますか |           |
| 3. コンデンサの接続部の接合が正しいですか     |           |
| 4. コンデンサの本体の接合が正しいですか      |           |
| 5. コンデンサの接続部に溶着がありますか      |           |

III ヘッドライヤー III  
送風部 \*\*\*\*\* コンデンサからの出火の可能性

==== 出火の原因 ====  
コンデンサの絶縁劣化により出火した  
==== 原因 ====  
コンデンサ本体の接合が正しい  
内部に酸化・クラック・ファイバ化が見られる  
→コンデンサ本体に絶縁不良がある  
マウスを押して下さい

図3 入出力画面の一例