

## 火災性状把握システム

消防研究所第三研究部通報設備研究室

河 関 大 祐

佐 藤 晃 由

竹 元 昭 夫

### 1. はじめに

自動火災報知設備（以下、自火報設備と呼ぶ）の非火災報発生に伴う信頼性の不足は、警報音に対する不信を招いたり、「誤報がうるさいので…」と言うことで電源スイッチが切られ、本当の火災を見過ごす事態を引き起こしたりしている。また、自火報設備を消火設備と連動させたり、所轄消防署への自動通報を行わせる等の構想があるが、これらの実現のためには非火災報を大幅に低減

する必要がある。この研究では、非火災報発生の原因が現在の自火報設備の脆弱な判断力、識別力にあるものと考え、この点の改善が火災検知システムの信頼性向上をもたらすとの予想の基に、松下電工(株)並びにホーチキ(株)と共同で自火報設備における非火災報発生の実態調査及びそのデータベース化、AI（人工知能）技術導入により火災性状を的確に把握する能力を有する火災性状把握システムの研究開発を行っている。

ここでは、システムの構想について概要を述べ、研究の一部を紹介する。

### 2. システム構想

火災性状把握システムは図1に示すように、火災に伴う熱、煙、ガス等を計測し、その信号を出力する「センサー部」、計測データの意味解釈（火災の判断）を行う「認識・推論・判断部」、火災／非火災実験データならびに実建物に設置された自火報設備の測定データをデータベース化した「火災／非火災データベース部」、システムが設置された環境に漸

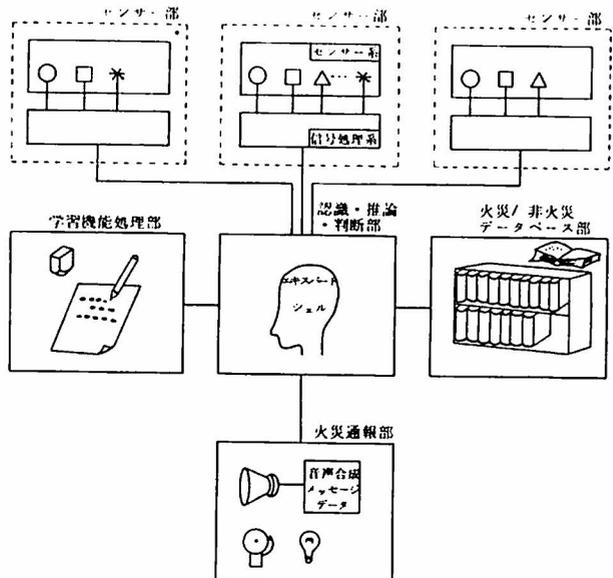


図1 火災性状把握システム構成

次適応して行くように、各環境固有の特徴を抽出蓄積する「学習機能用処理部」、火災判断結果を防災要員並びに在室者に通報する「火災通報部」の5つの機能部による構成を考えている。現在は研究の中間段階であり、個々の機能部ごとの実験・検討を行っている。システムの細部に渡る最終的な仕様は実験・検討終了の後決定する。

### 3. 研究例

研究開始から現在までに得られた成果及び現在進めている研究を紹介する。

#### 3.1 デモシステム

平成元年度の消防研究所一般公開において、火災性状把握システムのデモシステムを出版した。

デモシステムの火災判定は、エキスパートシステムに時系列データの定性的解釈機構を組み込んで行った。定性的解釈機構は時系列データに関する解釈結果を、以下の動作の繰り返しによって、定性的な状態連鎖として出力する。まず、センサーデータを時系列で取

り込み、定性化処理を経て記号表現に変換の後、各データの時間的、空間的特徴を抽出する【認識】。次に、現在の定性的状態に対する複数の仮説生成とその微小時間後のそれぞれの状態遷多を予測する【推論】(図2参照)。そして、後に得られる実測結果と予測結果の比較を行う【判断】とともに、新たな仮説の生成を始める。

当デモシステムでは、熱、煙、ガスセンサー及び粒径分布測定器(3.2参照)、在室者センサーを用いてタバコの煙、湯気による非火災報回避の実演を行った。

#### 3.2 粒径による湯気と煙の識別

この研究は、煙感知器について、その測定対象を煙による光の散乱量(又は減衰量)だけでなく、粒径データを含めることである程度煙が識別でき、非火災報の発生を軽減できるのではないかと予想して始めた。実験の結果、粒径分布データにより湯気と煙を識別する一つの方法を見出した。

実験は、Mieの光散乱理論に基づいた光学的手法の一つであるフランホーファ回折法に

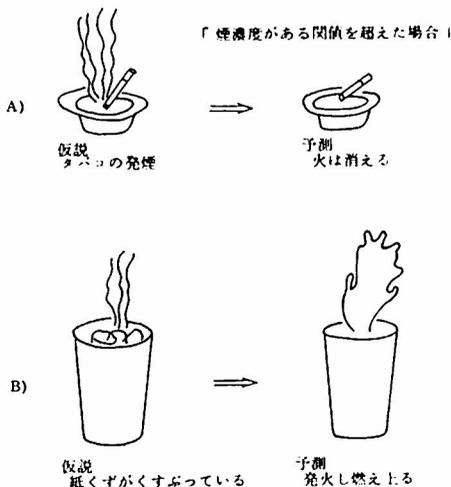


図2 定性的解釈機構の仮説生成と状態遷移の予測例

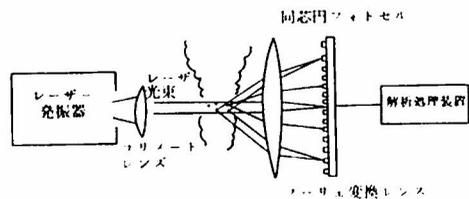


図3 フランホーファ回折法による粒径分布測定

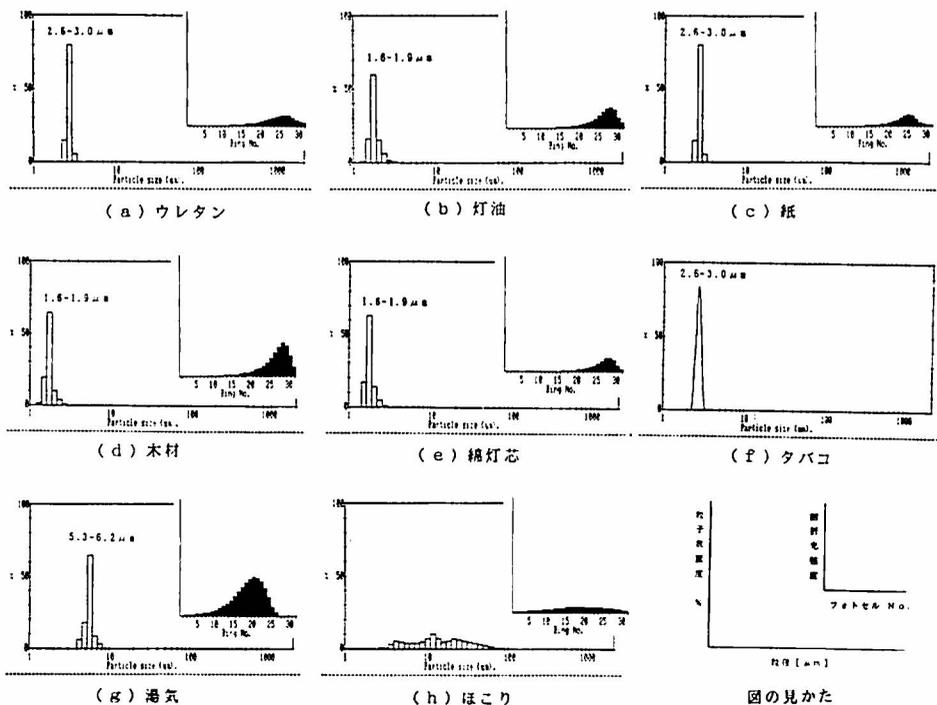


図4 各試料の粒径分布

より微小粒子の粒径分布を測定する英国 Malvern 社製3600 Ec 型粒径分布測定装置を用いた。フランホーファ回折法は、式1で表される粒径パラメータ  $\alpha$  が、 $\alpha > 1$  の場合の前方微小角散乱が主にフランホーファ回折で起こることを利用するものである。図3に本装置の粒径分布測定部を示す。

$$\alpha = \pi D / \lambda \quad (1)$$

$\alpha$  : 粒径パラメータ

D : 粒径、 $\lambda$  : 波長

本装置を用いて、ウレタン、灯油、紙、木材、綿灯芯の燻焼炎、人の吐き出すタバコの煙、湯気、ほこりの粒径分布を測定したところ、図4 (a) ~ (h) のような結果が得られた。

ほこりの粒子は広範囲な粒径分布を示し、そのピークの位置は明確でない。一方、煙、湯気は比較的狭い粒径分布を示し、鋭いピークのあることがわかる。その中で、湯気の粒径分布のピークが約  $5.0 \mu\text{m} \sim 6.4 \mu\text{m}$  と、最も大きな位置にある。

3.1 で述べたデモシステムでは湯気と煙の識別のためのルール及びこの実験から得た粒径分布の幅、そのピーク位置、ピークの鋭さに関するデータを知識として与えて湯気の識別を行った。

これまでに収集した実建物からの非火災報の大半はホテルで起こり、その原因のほとんどはバスルームから流出した湯気によるものであった。

### 3.3 煙の流動拡散把握

煙の流動拡散性状は火災性状の一要素であり、その情報は、センサー取り付け位置の評価、火源位置、火災規模の推定等に活用できる可能性がある。

図5は一辺が約4.5 m (高さ約2.4 m)の部屋で燻焼実験を行い、25個のスポット型煙感知器の信号を収集、図化した例である。ここでは、このようにして得られるパターンデータと種々の画像処理手法及びニューラルネットワーク手法等を組み合わせ画像認識の研究、煙濃度を面的に捉える測定法の研究を行っている。

### 3.4 在室者センサー

火災の監視対象となっている部屋の在室者の有無は、調理場等の火災判断の重要な情報となる。上述3.1のデモシステムでは超音波センサーを用いて在室者の有無を判断していたため熱気流や障害物等の影響で判断を誤る可能性があった。そのため現在は、超音波センサーを補う又は超音波センサーに替わる他の方法の研究を行っている。

### 4. おわりに

火災性状把握システムの実用化のためには小型で安価なセンサーの開発、システム処理速度の高速化、より高度なAI技術の実現等、解決しなければならない問題は多いが、急速に進歩する技術によって将来解決されるものと考えている。

この研究では、火災性状把握システムを、今後の技術革新で新たに実用化される新技術を有効に利用できるように、柔軟性に富むものとして開発して行きたいと考えている。

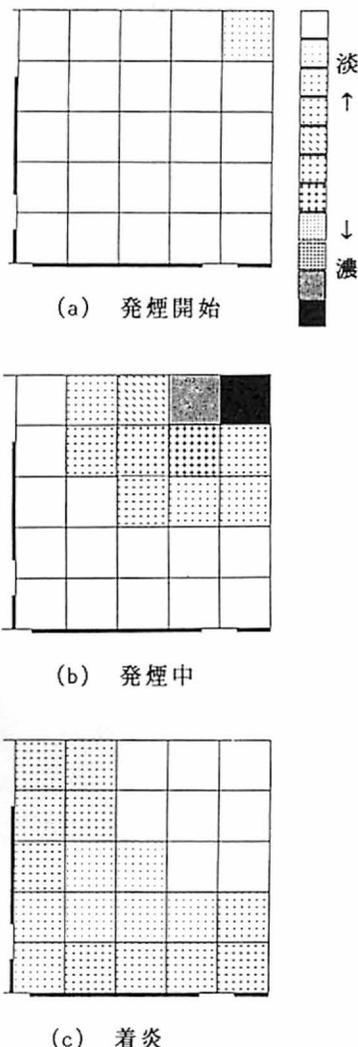


図5 煙の流動拡散パターン例

### 参考文献

- 西山, 他: 「時系列データの定性的解釈機構を有する火災報知システム」: 計測自動制御学会第28回学術講演会概要集, 1989
- 河関, 他: 「粒径による湯気と煙の識別について」: 平成元年度日本火災学会研究発表会概要集