

# 火災検知におけるCOセンサの 有効性について

新コスモス電機株式会社 取締役専務執行役員 ガス警報器工業会 理事

松原 義幸 Yoshiyuki Matsubara

### 1. はじめに

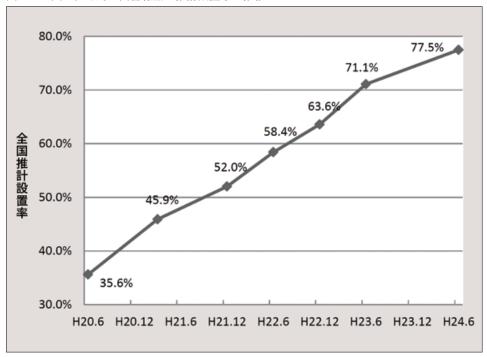
住宅用火災警報器の設置義務化は、火災 による死者数低減を主な目的の一つとしてお り、2004 (H16) 年に消防法改正が行われ、 2006 (H18)年6月から新築住宅について義 務化が始まった。その後最大5年間の猶予期 間を経て、2011 (H23)年6月までに全国すべ ての市町村において既設住宅も含めた義務化 がなされている。

総務省消防庁の報道資料1)によると、全国 の住宅用火災警報器の推計設置率は、義務化 開始から2年後の2008 (H20) 年6月時点で 35.6%であったのが、2012 (H24)年6月時 点で77.5%まで増加しており(図1)、住宅用 火災警報器の普及が着々と進んでいることが うかがえる。

これに対して、住宅火災による死者の状況2) は、義務化の前年である2005(H17)年の1,220 人と比較すると、2011 (H23)年中は1.070人 になっており、全体的に減少傾向にある(図2)。 しかし、住宅用火災警報器の推計設置率の増加 や住宅火災の件数の減少の程度と比べると、最 近の数年間は死者の減少割合が少ないように 思われる。

さらに死因別の統計をみるために建物火災\*1 による死者の状況をみると、2011 (H23)年 中では一酸化炭素(以下、COと記載)中毒・窒 息による死者の割合が40.5%で最も多く、次 いで火傷による死者の割合が32.8%となっ





#### 建物火災

消防白書では、建物火 災とは、建物又はその収 容物が焼損した火災をい い、住宅火災とは、建物 火災のうち、建物用途が 住宅の場合の火災をい なお、住宅とは、 般住宅 (一軒家等)、共 同住宅 (マンション等) お よび併用住宅(居住部分 と店舗等で使用する部 分を併せもつ住宅) のこ とである。

図 2 住宅火災の件数及び死者数の推移



図3 建物火災における死者に占める住宅火災の死者の割合と死因別の割合



ており、この傾向は2000 (H12)年から2011 (H23)年までほとんど変わっていない(図3)。建物火災による死者に占める住宅火災による死者(放火自殺者を除く)の割合は、近年では80%近くと大半を占めており、住宅火災についてもCO中毒・窒息が最も多い死因であると考えてよいであろう。こうしたデータから、火災警報にCO検知技術を積極的に導入することによって、CO中毒・窒息となる事態を未然に防止し、結果的に住宅火災による

犠牲者を減らすことに役立つのではないかと 期待できる。

本稿では、このような状況を鑑み、住宅におけるCOセンサの使用例とCO検知の必要性を述べ、弊社にて実施した火災再現実験におけるCO発生の状況や特徴から火災におけるCOの脅威の一端を紹介し、住宅用火災・CO警報器などで搭載されているCOセンサが住宅火災における火災早期検知に有効であることを示したいと思う。

## 2. 住宅におけるCOセンサの 普及について

一般家庭の住宅におけるCOセンサ\*\*2普及の代表例は、台所に設置されている「ガス・CO警報器」3)であろう(**図4**)。このガス・CO警報器は、1995年から本格的に一般家庭に普及しはじめており、主にガス燃焼機器からのガス漏れや不完全燃焼により発生したCOを検知して、事故を防止するために貢献している。さらに、ガス・CO警報器に火災検知機能を付加した「住宅用火災・ガス・CO警報器」の販売が1999年に開始され、台所における火災警報器の普及が始まるきっかけとなった。

家庭用ガス警報器の設置は、住宅用火災警報器とは異なり義務化はされていない。全国における普及率は、LPガス用で約8割、都市ガス用で約4割というのが近年の傾向40であり、関係省庁やガス事業者などによって、さらなる普及率向上のための取り組みがなされているところである。この普及率の値はCOセンサが搭載されていない警報器の数も含まれているが、都市ガス用に関しては現在約8割の警報器がCOセンサを搭載している。これらの数字をみると、住宅におけるCOセンサの普及率としては、前述の住宅用火災警報器よりも低いのが現状であると推測される。

一般家庭におけるガス・CO警報器は、その用途から台所に設置されているのが普通であり、COを検知できる領域は台所付近に限られる。一方でガス・CO警報器がストーブによるCO中毒を未然に防ぐことができた奏功事例50をみることができる。ガス燃焼機器の不完全燃焼やその他のすべてのCO発生による危険性から身を守る手段として、COセンサ設置は有効であろう。さらに前述のとおり、火災警報にCO検知技術を組み合わせることでCO中毒・窒息による死者数を減少できる可能性があることから、住宅用火災警報

図4 COセンサを搭載した家庭向け警報器の例



ガス・CO警報器



住宅用火災(煙式)・ ガス・CO警報器



住宅用火災(煙式)· CO警報器

器と同様に、COセンサも寝室や階段などの複数個所に設置されることが望ましいと考える。次章ではCO検知が火災の早期検知につながる事例について、火災再現実験のデータを基に説明する。

※ 2 COセンサ

一般家庭で設置されている CO センサは、熱線型 半導体式や電気化学式 が主なものである。

# 3. 火災再現実験でみる COの挙動

住宅火災における死者が発生した事例では、発火源はたばこ、着火物(発火源から最初に着火した物)は寝具類、時間帯別は22時から翌朝6時まで、という割合が最も多い<sup>2)</sup>。そこで、火災による死者が発生しやすいと考えられる具体例として、就寝前のたばこの不始末で火災が発生したと想定する火災再現実験を行い、COや煙の発生状況を調べた。

火災再現実験の概略は**図5**に示す。発火源は電気ヒータを使用し、400℃で15分間だけ加熱した後、そのまま放置した。着火物は綿布団(2枚)で、発火源である電気ヒータは綿布団2枚の間に挟んでおいた。CO濃度、煙濃度および温度について、それぞれCOセンサ、減光式煙濃度計および熱電対を用いて計測し

図5 火災再現実験の概略 (mm) 実験室壁面 実験室を上から見た図 発火源近傍 3600 綿布団 実験室の換気率: 0.2回/h 220 実験室を横から見た図 2500 電気ヒータ ■ 煙濃度計(減光式) COセンサ(電気化学式) 温度センサ(熱電対)

た。なお、発火源近傍のCOセンサは、たばこの不始末を起こした人が吸引すると仮定したCO濃度を計測し、その他のセンサ類は実験室壁面に設置して、ガス・CO警報器や住宅用火災警報器などが設置されているとした場合の挙動を推定することにした。住宅用火災警報器については、その感知方式に煙式と熱式があるため、それぞれの規格に応じた警報動作を適用した。

**図6**に示すようにこの実験結果から以下の 特徴がわかる。

- 1) 実験期間中、発火せずにくん焼が進行する。
- 2) COの警報が火災警報よりも早い(今回 は約32分)。
- 3) CO濃度は発火源近傍がかなり高く、警 報器設置位置付近との差が大きい。

1)は、今回の再現実験のようなくん焼火災でよくみられるものである。発火源周辺の状況により他の可燃物へ着火するなどの燃焼条件が変わると発火する可能性があるが、このままくすぶった状態で火災が進行した場合、室温はほとんど変化しないために熱式の火災警報器では感知できず、煙式が非常に有効なケースであることがわかる。

2)は、燃焼部位(布団の綿の中)が酸素不足状態となって、不完全燃焼が起こりやすくなっていることと、燃焼部位が拡大する速度が遅くなっているためと考えられる。ここで重要なのは、火災(煙式)警報が出る前の段階でCOは警報レベルの濃度に達している点である。今回の再現実験では、約32分早くCO警報が出ることになり、CO検知によって逃げ遅れやCO中毒になる危険性を低減できる可能性が十分あることを示している。

3)は、ある意味当然であると考えられるが、COによって人体が影響を受けるタイミングと警報器(CO、煙および熱)が異常状態を検知するタイミングに差が出る可能性があることを認識する上で重要となる。COに

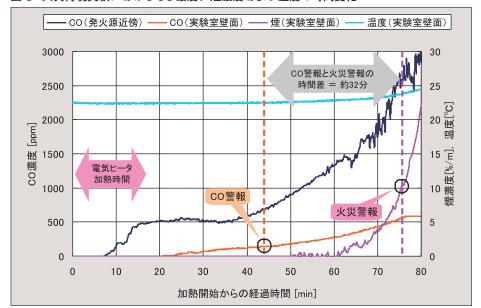


図 6 火災再現実験における CO 濃度、煙濃度および温度の時間変化

表1 血中COHb濃度と人体の症状の関係

COHb濃度	症状
10%以上	軽い頭痛(特に運動時)
20%以上	頭痛、側頭部の脈動(ズキズキ)
30%以上	強い頭痛、めまい、耳鳴り、吐き気、歩行困難
40%以上	激しい頭痛、呼吸数・脈拍数増加
50%以上	失神、昏睡
60%以上	けいれんを伴う昏睡、心拍呼吸衰弱
70%以上	心不全、呼吸不全、死亡

注:同じ COHb 濃度であっても、年齢や体調、労働条件などによって現れる症状は異なる。

よって人体が受ける影響を評価する場合、空 気中のCO濃度よりも血中COHb濃度\*\*3を 用いた方が適している。表1に示すように、血 中COHb濃度と人体の症状の関係は、COHb 濃度が20%以上になると頭痛などの症状が 表れ、40%を超えると人命に関わるレベルで あることがわかる。

再現実験では血中COHb濃度を直接計測 することは困難であるため、弊社製業務用換 気警報器で採用している、空気中のCO濃度 の変化からその場で人が呼吸していると仮定 した場合の血中COHb濃度推定方法により 算出した。結果を図7に示す。たばこの不始 末を起こした人の血中COHb濃度は、図7 の発火源近傍の血中COHb濃度(推定値)と

同等であると考えると、火災警報が発せられ たタイミングでは血中COHb濃度は70%を 超えており、この時点では既に重度のCO中 毒症状で動けなくなっているものと推測され る。これに対しCO警報のタイミングでみる と、血中COHb濃度は30%を超えた辺りな ので、CO中毒症状は重くなりつつあるもの の、警報で異常に気づいて外へ避難できる可 能性があることがわかる。このようなことか ら、住宅用火災警報器にCO検知機能を搭載 した「住宅用火災・CO警報器」が市販されて いる(図4)。さらにこの警報器の中には、CO 検知機能のみならず、火災検知とCO検知の 2つの技術を組み合わせることで火災の早期 検知を行う機能を搭載しているものもある。

#### 血中COHb濃度

血液中に含まれる酸素と 結合して酸素を運搬する ヘモグロビン (Hb) とCO が結合したCOHbの濃度 ー般に % で表される。 Hb は酸素よりも CO と結 合しやすいため、COHb 濃度が増えていくと酸素 欠乏状態となって、 に障害を起こす。

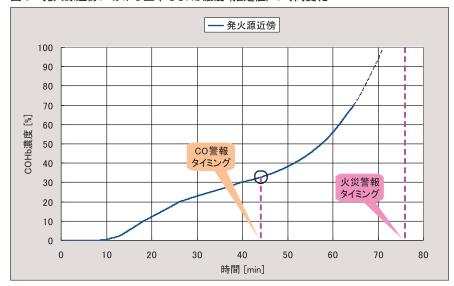


図 7 発火源近傍における血中 COHb 濃度 (推定値) の時間変化

もし、COセンサが設置されていない住宅で今回の火災再現実験と同様な状況が実際に起こった場合、火災現場ではどのような状況になっているであろうか。被害者には火傷がなく、火災警報による異常を知る以前に重度のCO中毒になってしまったために亡くなっていた、ということが十分考えられる。もちろん、今回の再現実験は数多くの火災事例の一つを垣間見るものに過ぎないが、日常の生活の中で普通にある環境でもCOが極度に脅威となり得ることがわかるであろう。

### 4. むすび

LPガスや都市ガスは付臭剤によって臭いが付けられており、ある程度のガス漏れは人の嗅覚によっても知覚できるが、COは無色・無臭の気体であるため、人の知覚以外の手段でしかその存在を確認できない。燃焼機器などの不完全燃焼や火災による燃焼など、一般家庭においてもCOが発生して人命に関わる危険性がある以上、それを検知して異常を知るのに役立つCOセンサを積極的に普及させていくことが必要であろう。

一般家庭には、ガス・CO警報器の発売開始からCOセンサの設置数が増加してきている

が、火災も含めたCOの危険性を考えた場合、 住宅用火災警報器の設置領域にまでCOセン サの普及を推進していく必要があると思われ る。今回提示した火災再現実験例からわかる ように、CO検知が火災の早期検知に有効で あり、CO中毒・窒息による逃げ遅れを未然に 防止することで、住宅火災による犠牲者の低 減につながることが期待できる。

そこで我々としては、一般消費者のCOセンサに対する理解・認知度の向上を関係省庁や業界と協力して取り組んでいき、家庭用ガス警報器の分野のみならず住宅用火災警報器分野にもCOセンサを普及させて、あらゆるCOの危険性から人命を守ることに貢献していきたいと考えている。

#### を 全文献

- 1) 総務省消防庁、「住宅用火災警報器の設置状況の推計結果(平成24年6月1日時点)」、2012(H24)年7月31日
- 2) 総務省消防庁、平成 24 年版 消防白書、2012 (H24) 年 12 月
- ガス警報器工業会、WEB サイトにおける「ガス警報器一覧」 http://www.gkk.gr.jp/user\_alm\_list.html
- 4) ガス警報器工業会、WEB サイトにおける「家庭用ガス警報器 の普及状況」http://www.gkk.gr.jp/biz data fsituation.html
- 5) ガス警報器工業会、WEB サイトにおける「ガス警報器の体験談」 http://www.gkk.gr.jp/user\_talk.html

#### **#2#50#0**0#

1982年新コスモス電機株式会社入社、警報器と住宅用火災警報器及び周辺機器の設計・開発に従事。2011年より現職。1999年~2009年にはガス警報器工業会の技術委員長として、家庭用ガス警報器の規格の制定や普及に向けた技術的な課題の解決に取り組んだ。