

業務用換気警報器の開発

矢崎総業(株) 都市ガス事業部 ©宮本 義行
 フィガロ技研(株) 国内営業部 宇高 利浩、営業技術部 井上 智弘

1. 開発経緯と仕様

従来から、業務用ガス機器が設置された飲食店などには、CO警報器の設置が推奨されています。しかし、業務用ガス機器の場合は、点火時にごく僅かな一過性のCOを発生する場合があります(人体に悪影響を及ぼさない程度)、この様な時に、従来基準のCO警報器では警報を発してしまうことがありました。その際にお客様によっては、警報器の取り外しや電源プラグの抜き取り等が行われ、その後使用しない場合があります。そこで、COが人体に悪影響を及ぼす恐れのある場合のみ警報する新しいロジックを用いた「業務用換気警報器」を開発致しました。外観を図1に、仕様を表1に示します。



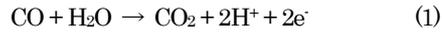
図1 業務用換気警報器の外観

表1 業務用換気警報器の仕様

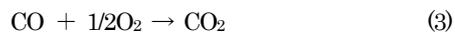
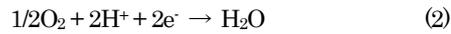
電源	リチウム電池 (3V 直列2本)
電池寿命	3年以上
センサ種類	固体電気化学式 CO センサ (ガルバニ電池型)
警報方式	擬音、合成音声およびLED点灯
警報判定方式	COHb 濃度推定値の閾値到達判定
CO 検知間隔	5秒~30秒 (CO濃度により可変)
設置高さ	170cm±20cm

2. センサの原理・特長

図2に検知原理を説明するための模式図を示します。作用極上にCOが到達すると下式1で示される反応が起こります。



ここで作用極と対極を電氣的に短絡させると、作用極で発生した電子は短絡回路を通して対極側に到達し、下式2のような反応が起こり、全反応は下式3のようになります。



つまり図2のように、外部回路を流れる電子量を電流値として測定することでCO濃度を知ることが可能となります。

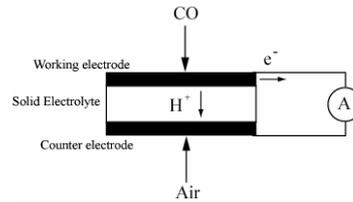


図2 COセンサの検知原理

図3にセンサの構造を図4に写真を示します。AAサイズ乾電池の形状と類似しており、感ガス層は電気信号を取り出すためにステンレスワッシャーとキャップで挟み込む単純な構造をしています。感ガス層の作用極側には雑ガス感度を低減させるための活性炭フィルターキャップと、検知ガスを拡散律速するためのステンレス層が設けられています。またこれらは、様々な環境で長期間電解質を安定に作動させるために水を入れたステンレス缶に保持され、対極側から常に水蒸気が供給されるようにしています。

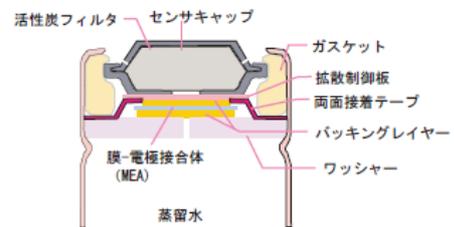


図3 COセンサの内部構造

図4に外観写真を示します。全てのセンサにラベルが貼付しており、ロット番号、CO感度データを示している他に2次元バーコードより全てのセンサの製造履歴が個別にトレースできるようになっています。



図4 CO センサの外観写真

図5に各種ガスに対するガス濃度とセンサ出力の関係を示します。センサ出力はCO濃度に対して直線的な出力を示しており、エタノール・メタン・イソブタンは全く感度を有しません。水素に対しては若干の感度を有しますが、水素1000ppmの出力でもCO200ppmの出力以下であり十分な選択性を有しています。

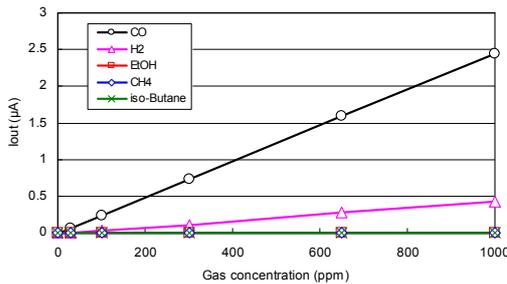


図5 CO センサの各種ガス濃度特性

図6にセンサの長期安定性を示します。センサは電極間を短絡した状態で室内に放置して一定時間経過後にCO300ppmの出力を測定しており、縦軸は初期のセンサ出力からの変化率として示しています。1,400日を越える期間においても非常に安定したセンサ出力を示しており、その精度は±5%を維持しています。

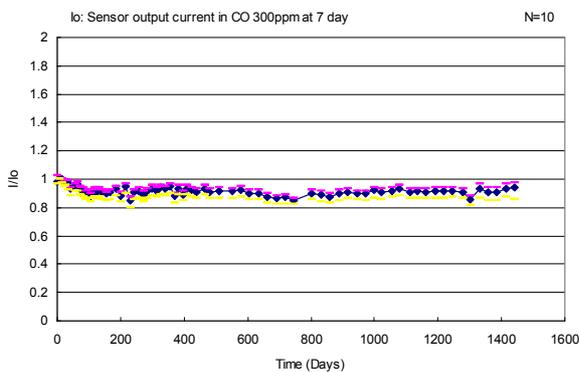


図6 CO センサの長期安定性

このように優れた特性を示すCOセンサを業務用換気警報器に適用するため、使用環境を考慮して信頼性評価および実フィールド試験も行い、検証を進めました。その結果、本センサの性能は十分に業務用換気警報器に適用できると判断しました。

3. 警報ロジックの特長

この警報器の開発を着手した当時、主に家庭用として普及しているCO警報器の基準は、財団法人日本ガス機器検査協会（JIA）

が昭和61年8月に制定した「不完全燃焼警報器（CO検知型）検査規定」に定められている判定基準（CO200ppm 15分以内、かつCO550ppm 5分以内に警報すること）の2段階警報型のものでした。この基準は、気密の高い一般家庭の台所でCO濃度が上昇し続ける場合を最悪の条件と想定して決めた経緯があります。一方、業務用の厨房は、使用する燃焼器具に応じた換気設備の設置が義務づけられており、自然換気でも5回程度の換気回数があるのが一般的なので、同じ警報方式を当てはめると「早鳴り」と受け止められてしまう場合があります。

今回開発した業務用換気警報器は、検知タイミング毎にCO濃度に基づく演算を行い、COHb濃度の推定値が設定値に達したときに警報を発するロジックを採用しました。

演算する方法として、設定したいCOHb濃度に到達する時間をCO濃度毎に求めておき（図7）、それぞれのCO濃度で曝露された時間の割合を積算し、積算値が設定値に達した時点で警報するロジックを採用しました。尚、警報設定濃度は、従来の警報器と同じCOHb濃度25%に達する前に警報させることとしました。

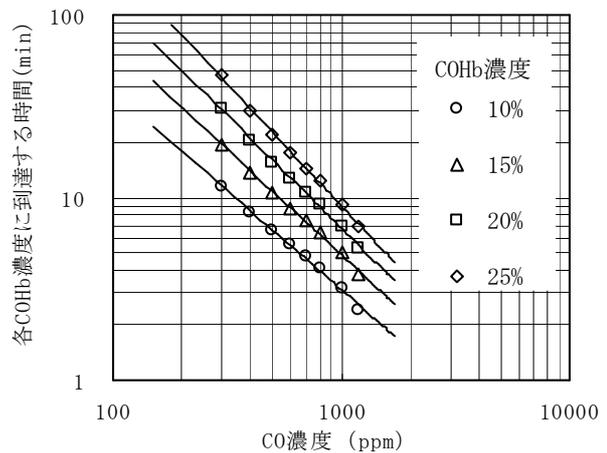


図7 CO濃度と各COHb濃度に到達する時間との関係

これらの方式を採用することにより、CO濃度がどの様に推移したとしても、人体にCOの悪影響が現れる少し手前の安全な状況で警報することが可能となりました。多くの場合、従来のCO警報器よりも警報発生までの時間が長くなり、飲食店等の営業の妨げとなることを少なくでき、且つ、高濃度のCOが発生した時は従来の警報器より早く警報させることが可能となりました。

2006年8月にはJIAの新たな検査規定として「業務用厨房不完全燃焼警報センサ検査規定（暫定）」が新たに制定されました。

表3 従来型との警報時間の比較

CO濃度（一定値）		200ppm	550ppm	1000ppm	2000ppm
警報時間	不完全燃焼警報器（従来型）	15分以内	5分以内	5分以内	5分以内
	業務用換気警報器（本製品）	59分	15分	7分	0.1~0.5分

（警報設定 20%COHb時）