

# 微燃性冷媒を使用した冷凍空調機器に関する冷媒 漏えい検知警報器の規格 (JRA 4068)

2017-2-16

山下 浩司(三菱電機(株))

一般社団法人 日本冷凍空調工業会

検知警報仕様検討WG

検知警報仕様検討WG(事務局 長谷川, 高田)

PAC	山下 浩司(三菱電機(株))	本田 雅裕(ダイキン工業(株))	日向野 和広(東芝キャリア(株))
ターボ	仙田 卓寛(荏原冷熱システム(株))	中村 康志(日立ジョンソンコントロールズ空調(株))	和島 一喜(三菱重工サーマルシステムズ(株))
冷凍機	栗田 文彦(パナソニック(株))	櫻井 隆(日立ジョンソンコントロールズ空調(株))	池田 隆(三菱電機(株))
SC・UC	池田 秀也(パナソニック(株))	石山 修(富士電機(株))	井上 晶博(タカギ冷機(株))
検知器	大橋 利見(アサダ(株))	熊谷 健(株)イチネンジーコー)	小川 善朗(株)不二工機)

検知警報タスクフォース (事務局 長谷川)

岩見 知明(新コスモス電機(株)) 瀬戸口 泰弘(フィガロ技研(株)) 上記検知器メーカー3社 山下浩司(三菱電機(株))

## 諸言

- ◆日冷工では、2011年より、微燃性冷媒(A2L)を用いた冷凍空調機器のリスクアセスメントを実施し、冷媒漏えい時に、必要に応じて、冷媒漏えい検知器で冷媒漏えいを検知して、攪拌、換気又は遮断等の安全対策を施し、機器を安全に運用する方法を構築した。
- ◆一方、経済産業省から、微燃性ガスの機器では、第1種及び第2種製造者には検知警報器の設置を義務付け、その他製造であっても、必要に応じて、検知警報器を設置する方針が示された。
- ◆微燃性ガス用の検知警報器に関しては、独自の規格として制定されたものがない。そこで、市場への粗悪品の流通を防止し、冷媒漏えいを適切に検知し、機器を安全に運用できるようにするために、冷凍空調機器に使用する冷媒漏えい検知警報器の仕様を規格(JRA 4068)としてまとめた。
- ◆冷媒漏えい検知警報器は、業務用空調機、チラー／ターボ及び低温機器の各製品に関係するため、これらの機種からの代表委員及び検知メーカーの代表委員で検討を進め、各機器の共通仕様となる内容にした。

# 検知警報器の規格

## 【検知警報器の規格体系】

高压ガス保安法

高压ガス保安法施行令

一般高压ガス  
保安規則

例示基準

23. ガス漏えい検知警報設備とその設置場所

冷凍保安規則

例示基準

13. ガス漏えい検知警報設備とその設置場所

JIS M 7626 定置形可燃性ガス検知警報器

→ 可燃性ガスについて例示基準を補完。試験方法等を規定

JIA E 001-15 都市ガス用ガス警報器検査規定

→ 都市ガス警報器の型式検査の規格。  
耐久性試験を実施し、5年間の型式検査合格を保証。

その他の規格(参考文献)

JIS M 7653 携帯形可燃性ガス検知器

JIS T 8201 酸素欠乏測定用酸素計

## 【検知警報器の例示基準】

- ◆ 2016年11月1日に冷凍保安規則が改正され、R32, R1234yf, R1234zeが不活性ガスに掲名された。しかし、これらのガスはわずかな燃焼性があるため、特定不活性ガスにも掲名し、滞留しない構造と冷媒が滞留するおそれがある場所への検知警報器の設置が規定された。
- ◆ これに伴い、検知警報器の関連では、冷凍保安規則関係例示基準13(第1種製造者及び第2種製造者向け)及び一般高圧ガス保安規則関係例示基準23が次のように改正された。

	特定不活性ガス (冷凍保安規則例示基準)	◆ 特定不活性ガス及び可燃性ガス (一般高圧ガス保安規則例示基準) ◆ 可燃性ガス(冷凍保安規則例示基準)
警報設定値	→	LFLの1/4 以下の値
指示(計)	警報設定値と検知濃度を外部 に出力できる場合は省略可	必須
正確度(精度)	→	±25%以内
検知検査	→	1年に1回以上
警報検査	→	1月に1回以上
設置個数	機械室内の設備群面積が 290m <sup>2</sup> 以下では1個	設備群の周囲10m につき1 個以上
屋外での設置	不要	屋外で設備群が壁等に接近している場合、 設備群の周囲20mにつき1個以上

## 【JRA 4068の位置づけ】

- ◆ 冷凍保安規則のその他製造では、第十五条で、冷媒ガスが漏えいしたときに燃焼を防止するための適切な措置を講ずることが規定された。しかし、例示基準は作成されず、日冷工のガイドライン(JRA GL-20)を例示基準相当の基準として運用することになった。
- ◆ 可燃性ガスに関しては、例示基準で検知警報器の基本的な仕様を規定し、JIS M 7626で試験方法等の詳細な内容を規定し、例示基準を補完している。
- ◆ 特定不活性ガスに関しては、JRA GL-20で、検知警報器の基本的な仕様と設置位置が規定されており、JRA 4068は試験方法等の詳細な内容を規定し、例示基準及びJRA GL-20を補完している(JRA 4068の適用範囲は3冷凍トン以上)。
- ◆ また、微燃性冷媒の各機器に対する日冷工の規格及びガイドラインで使用する検知警報器は、JRA 4068に基づいたものである。

## ◆ タイトル：冷凍空調機器に関する冷媒漏えい検知警報器要求事項

- 1 適用範囲
  - 2 引用規格
  - 3 用語及び定義
  - 4 種類  
検知方式, 使用環境温度, 冷媒の種類
  - 5 性能  
性能1, 性能2, 性能3
  - 6 構造 …… 例示基準とほぼ同じ内容を規定
  - 7 機能  
設定濃度値, 警報の発報及び停止, 場所識別, 故障検査等
  - 8 点検
  - 9 設置場所
  - 10 試験方法  
正確度試験, 耐雑ガス性試験, 温度試験, 遅れ試験,  
電源電圧変動試験, 安定性試験, 耐久性試験, 耐結露性試験
  - 11 表示・取り扱い上の注意事項
- …… 構成はJIS M 7626(定置形可燃性ガス検知警報器)を参考にした

## 【適用範囲】

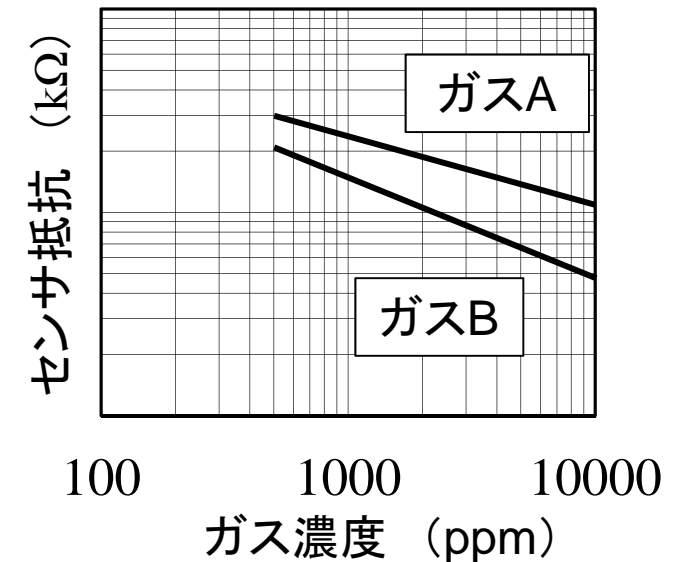
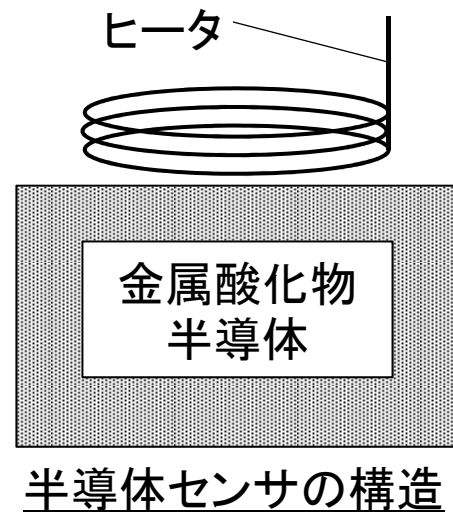
- ◆ 冷凍空調機器から漏えいした不燃性(A1)冷媒又は微燃性(A2L)冷媒の濃度を検知して適切な安全対策を施すための定置形の冷媒漏えい検知器及び冷媒漏えい検知警報器についての要求事項を規定。
- ◆ ただし、次に掲げるものは適用しない。
  - － 高圧ガス保安法に基づいて算出される3冷凍トン未満の冷凍空調機器に対応する検知器及び検知警報器
    - ※本規格は、JRA 規格・ガイドラインで規定している3冷凍トン以上20冷凍トン未満及び冷凍保安規則例示基準で規定している20冷凍トン以上の双方の機器が対象。本規格では定期的な点検又は交換を要求しており、家庭用の冷凍空調機器では対応が困難な可能性があるため、3冷凍トン未満の機器を適用範囲から除外した。しかし、3冷凍トン未満の機器であっても、本規格を適用しても構わない。
  - － 携帯形検知器
    - ※現在、市場で流通している携帯形検知器の大半は、冷媒ガスが周囲に存在するか否かを検知することはできるが、検知正確度が規定できる程のものではないため、携帯形検知器を適用範囲から除外した。
  - － 酸素欠乏測定用酸素計
    - ※A2L冷媒においては、燃焼性に起因する最大設定濃度値であるLFLの1/4の値の方が、酸欠限界濃度であるODLの1/2及び急性毒性限界濃度であるATELの1/2よりも値が小さく、酸素濃度計でこの濃度を検出するのは困難な場合が多い。また、A1冷媒ではJIS T 8201があり二重規定を防ぐ必要も有る。そこで、酸素濃度検知器を適用範囲から除外した。

## 【種類】

### 《検知方式》

#### a) 半導体方式

- ◆ 酸化スズ等の金属酸化物の表面を加熱し、半導体の表面にガス成分を吸着させ、それに応じた抵抗変化を測定して、ガス濃度を算出する。

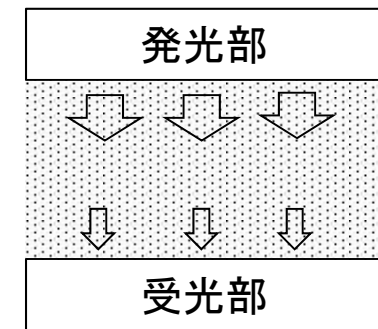


半導体センサの特性

- ◆ ガスにより感度が異なり、分子構造にHを多く持つガスが吸着され易く、雑ガス(Hを含むものが多い)の影響を受け易いが、比較的安価に製造できる。

#### b) 赤外線方式

- ◆ ガスに赤外線領域の光を当てると、分子構造に応じた特定波長の光を吸収するため、その波長の光の受光量を測定することにより、ガス濃度を測定する。
- ◆ 特殊な発光部又は受光部を使用するため、比較的高価である。



赤外線センサの構造



## 《使用環境温度》

- ◆ 温度区分を次に示す。各温度区分において記載した設置場所は、単なる例であり、実際に使用する環境で必要とする温度に対応する温度区分のものを選定すればよい。

温度区分1：-10℃<sup>1)</sup>～40℃（設置場所の例：室内，冷蔵機器庫内）

温度区分2：-20℃～-10℃（設置場所の例：冷凍機器庫内）

温度区分3：-30℃～-10℃（設置場所の例：冷凍機器庫内）

温度区分4：-40℃～-20℃（設置場所の例：冷凍機器庫内）

温度区分5<sup>2)</sup>：-30℃～50℃（設置場所の例：室外）

注<sup>1)</sup> 赤外線方式においての下限温度は，0℃でよい

注<sup>2)</sup> 規定の正確度を保証する温度範囲は，-10℃～40℃

※検知器及び検知警報器は，出力を調整した温度から温度が離れると正確度が悪くなる傾向があるため，使用環境温度の上限温度と下限温度との差はあまり広くしない方が望ましい。例えば，温度区分3は温度区分2よりも正確度の保証範囲が広いいため，高価になる可能性有。

※検出器の使用環境温度の範囲が広いと，使用環境温度範囲全域での性能保証が難しいため，温度区分5では正確度を保証する温度範囲を-10～40℃とし，その他の温度範囲(-30～-10℃及び40～50℃)では正確度の保証は行わない規定とした。

※“正確度”(accuracy)は値の真値からのずれを表す尺度(確度)。“精度”(precision)は複数回の測定又は計算のばらつきの尺度(再現性)。以前は，真値からのずれを表す言葉として“精度”を用いていたが，現在は“正確度”が用いられている。

・・・ JRA GL-20では例示基準と合わせるため“精度”を使用

## 《冷媒の種類》

- ◆ この規格の対象冷媒は、ISO 817又はASHRAE STANDARD 34でA1又はA2Lに分類されている冷媒、分類される予定の冷媒若しくは規格には規定されていないが物性が明らかになっている冷媒のうち、半導体方式又は赤外線方式で検知可能な冷媒。
- ◆ 冷媒の例を次に示す(規格にはその他多くの冷媒の物性を記載済)。

冷媒	安全等級	種類・化学式	LFL (ppm)	LFL/4 (ppm)	LFL/100 (ppm)
R32	A2L	HFC (CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> )	144 000	36 000	1 440
R1234yf	A2L	HFO (CF <sub>3</sub> CF=CH <sub>2</sub> )	62 000	15 500	620
R1234ze(E)	A2L	HFO (CF <sub>3</sub> CH=CHF)	65 000	16 250	650

- ⇒ ・微燃性冷媒を使用した各機器の規格・ガイドラインの掲名冷媒は今後増やしていく予定(環境企画委員会で対応)。
- ・この際、ガスの分子量中のHの分子量の割合(Hの分子量比)によって、半導体センサでの検知し易さを判断可能。  
Hの分子量比：R32・・・3.85%，R1234yf及びR1234ze(E)・・・1.75%  
※既存の冷媒よりもHの分子量比が大きければ検知可能。  
Hの分子量比が1.75%未満であっても、実際に試験を行い、測定できれば可。

## 【性能及び試験】

### 《性能比較及び各規定の概要》

◆ 性能1～性能3の3つの性能を規定（性能2及び性能3では耐久性試験を実施）。

種別	正確度	点検	交換	設定濃度値	特徴・適した使用環境等
性能1	設定濃度値 ±25 %	1年に 1回以上	規格を満足し なくなった場合	高濃 度に 設定 可能	保証正確度が高い。1年に1 回以上の定期点検必須。 第1種製造者及び第2種製 造者向き。
性能2	設定濃度値 ±25 %	5年後 から1 年に1 回以上	規格を満足し なくなった場合	高濃 度に 設定 可能	冷蔵・冷凍機器の負荷側又 は雑ガスの影響を受ける可 能性が高い環境向き。
性能3	1 000 ppm及びLFLの 1/100超LFLの1/4以下	— (規定 せず)	5年後	—	比較的雑ガスが少ない一 般空調の室内環境向き。

◆ 赤外線方式は性能1のみを適用する。耐久性試験は、半導体方式では、検知面へのガスの吸着が繰り返し行われ、検知面の劣化に繋がる加速試験になっている。しかし、赤外線方式は、規定の耐久性試験では発光部、受光部共に劣化しないため耐久性試験の規定のない性能1のみを適用する。

◆ 試験条件は以下。

a) 赤外線方式の場合

温度 $20 \pm 5$  °C又は $25 \pm 5$  °C, 相対湿度 $65 \pm 10$  %, 気圧 $101.3 \pm 5$  kPa

b) 赤外線方式以外の場合

温度 $20 \pm 5$  °C又は $25 \pm 5$  °C, 相対湿度 $65 \pm 10$  %

◆ 正確度試験, 耐雑ガス性試験, 温度試験, 遅れ試験, 電源電圧変動試験

— 性能1と性能2のものは正確度 $\pm 25$  %を満たすための試験。

— 性能3のものは最小設定濃度値より大きくかつ最大設定濃度値以下の濃度で警報を発生し, 最小設定濃度値以下では警報を発生しないことを確認する試験。

最小設定濃度値:LFLの1/100 (ppm)及び1 000 ppmのうち大きい値

最大設定濃度値:LFLの1/4 (ppm)

## 《各試験詳細》

a) 耐雑ガス性試験(性能1～性能3のすべてにおいて正確度試験とセットで実施)

➤ 通電後, 検知部に試験1のガスを導入し, 1分間, 警報を発生しないことを確認

➤ 再び, 通電状態で, 検知部に試験2のガスを導入し, 1分間, 警報を発生しないことを確認

試験1:エチルアルコール・1 000 ppm, 試験2:水素・500 ppm

➤ 耐雑ガス性試験のガスとしてエチルアルコール及び水素を使用する理由

JIA E 001-15の規定と同じ。エチルアルコールは病院で使用される消毒液, オフィス及びスーパー等の清掃等に使われる薬剤に含まれている。水素は半導体ガスセンサに対する感度が高く, 経年劣化の評価に最適なガスである。フロンの検知波長範囲にエチルアルコールの吸収波長があり, エチルアルコールは赤外線方式のセンサにとっても雑ガス性試験に適したガスである。

**b) 耐久性試験(性能2及び性能3のものに対して実施)**

**1) 耐ガス性試験(JIA E 001-15の規定と同じ試験)**

- 10 000～12 500ppmのメタンガスを、通電中の検知部に100 mL/分で30秒間噴き付け1分間停止する操作を1 000回繰り返した後、警報を発したときの濃度と設定濃度値との差を調べる。
- 性能2では、設定濃度値の±50 %以下でなければならない。
- 性能3では、警報を発した濃度が最小設定濃度値より大きくかつ最大設定濃度値以下でなければならない。最小設定濃度値以下では警報を発してはならない。
- 耐ガス性試験のガスとしてメタンを使用する理由  
メタンは活性が弱いので分解され難く、フロンは活性が高く分解され易いため、メタンは半導体ガスセンサの劣化を検知し易い。JIA E 001-15では、耐ガス性試験としてメタンを使用しており、半導体ガスセンサの耐久性を確認する試験として十分な実績がある。

**2) センサ耐久性試験(JIA E 001-15の規定と同じ試験)**

- 温度35 °C、相対湿度60 %の環境で、通電中の検知部に、1日に2回、水素ガス濃度500 ppmの雰囲気30分間暴露する操作を10日間繰り返した後、大気中で24時間以上通電し、警報を発したときの濃度と設定濃度値との差を調べる。
- 性能2では、設定濃度値の±50 %以下でなければならない。
- 性能3では、警報を発した濃度が最小設定濃度値より大きくかつ最大設定濃度値以下でなければならない。最小設定濃度値以下では警報を発してはならない。

### c) 耐結露性試験(実施は任意)

- ◆ 耐ガス性試験を参考にして低温機器の密閉ショーケース向きに作成した新しい試験規定。
- ◆ 耐結露形のは、通電状態で、検知部を温度区分の温度範囲の下限値の恒温槽内に入れ、検知部の表面温度がその温度に達した後、温度25℃以上、相対湿度60%以上の環境に表面が結露するまで放置する。
- ◆ この操作をIPX3以上の防水性を有するものでは36回、それ以外のものでは1000回繰り返した後、規定の正確度を満たさなければならない。
- ◆ 性能1及び性能2では、設定濃度値の±50%以下でなければならない。
- ◆ 性能3では、警報を発した濃度が最小設定濃度値より大きくかつ最大設定濃度値以下でなければならない。最小設定濃度値以下では警報を発してはならない。
  - 耐結露形  
耐結露性試験に合格する性能を有するものであり、リーチインショーケース等の密閉ケースにおける扉開閉に伴う結露及び凍結に対する耐力があるもの。
  - 防水性  
JIS又はIECで定められた防水保護等級のうち、使用する環境に対して適切なもの。
  - IPX3  
JIS又はIECで規定された防水保護等級のうち、防雨形と称されるもの。散水に対して保護されていることが要求される。

## 【構造及び機能】

### a) 作動状態確認

- 作動状態にあるときは、それが容易に識別できるものでなければならない。

### b) 設定濃度値

- 半導体方式の検知器及び検知警報器では、設定濃度値を10 000 ppm以下にすることが望ましい。

※半導体方式では、10 000 ppm 程度の濃度を超えると感度が悪くなって濃度変化に対する出力の変化量が小さくなる。また、非常に濃い濃度のガスに触れると、検知面の特性が変化する可能性もあるため、設定濃度値を10 000 ppm 未満に設定することが望ましい。

### c) 警報の発報及び停止

- 警報は、音及び光の双方で発報しなければならない。
- 発報は、検知警報器を設置してある場所又は関係者が常駐する管理室に行わなければならない。
- 一度警報を発した後は、ガス濃度に関係なく、解除操作を行わなければ警報を発報し続ける機構でなければならない。

### d) 警報音量

- 使用する環境下で音が明瞭に聞こえる音量でなければならない。

### e) 場所識別

- 2以上の検出端部からの警報を受信する場合は、発報している場所が識別できなければならない。

### f) 故障検査

- センサ出力の故障検査機能を備えなければならない。

## 【点検】

- ◆ 性能1のものは、1年に1回以上の定期点検を行わなければならない。
- ◆ 性能2のものは、5年経過後に点検を行い、規定の性能を満足している場合は、継続して使用してよいが、その後は、1年に1回以上の定期点検を行わなければならない。
- ◆ 性能3のものは、5年間経過後に交換しなければならない。  
※正確度の保証範囲が“1 000 ppm及びLFLの1/100超LFLの1/4以下”であり、5年間以降、定期点検を行ったとしても、その後1年以上規定の正確度を担保できる保証がないため。
- ◆ 冷媒漏えい検知後は、点検を行わなければならない。性能1及び性能2のものは、規定の性能を満足していない場合は校正を行わなければならない、性能3のものは交換しなければならない。
- ◆ 警報部に関しては、どの性能区分であっても、1年に1回以上、その警報に係る回路検査により警報を発することを確認しなければならない。



## 【表示・取り扱い上の注意事項】

本体又は取扱説明書には、次の事項を記載しなければならない。

- a) 名称, 品名又は型式
- b) 代表検知対象ガス名
- c) 製造年月又はその略号
- d) 製造業者又はその略号
- e) 検知方式
- f) 使用環境温度(温度区分1~5)
- g) 使用湿度範囲
- h) 工場出荷時の設定濃度値(性能1及び性能2のみ)
- i) 性能区分(性能1, 性能2又は性能3)
- j) 操作方法
- k) 保守点検方法
- l) 設置環境における雑ガス等の注意事項
- m) 点検周期又は交換周期
- n) 電源電圧
- o) 耐結露形, 防滴形, 防水形の場合はその旨
- p) 出力部の仕様
- q) 冷媒漏えいの検知又は警報後の取り扱い方法(点検又は交換)

## まとめ

- ◆ 微燃性冷媒 (A2L) を用いた機器を安全に運用するための冷媒漏えい検知警報器の規格 (JRA 4068) を作成した。
- ◆ この規格は, JIS M 7626 (定置形可燃性ガス検知器) を基に JIA E 001-15 (都市ガス用ガス警報器検査規定) を組合せて, 業務用空調機, チラー／ターボ及び低温機器の各機器に適用できるようにした。微燃性冷媒の各機器に対する日冷工の規格及びガイドラインで使用する検知警報器は, JRA 4068 に基づいたものである。
- ◆ 検知正確度の違い, 耐久試験の有無等で, 高正確度で1年間に1回以上定期点検を行う性能1, 高正確度で5年間定期点検を省略できる性能2, 1 000 ppm及びLFLの1/100超LFLの1/4以下で発報し5年間定期点検を省略できる性能3の3つの性能区分を規定した。
- ◆ 低温機器の密閉ショーケース向きに, 耐ガス性試験を参考にして, 結露及び凍結への耐久性を保証する耐結露性試験の規定を作成した。

# 各規格での特定不活性ガス用検知警報器の仕様比較

	JRA 4068	JRA GL-20	冷凍保安規則例 示基準	一般高圧ガス保安 規則例示基準
警報設定 値	→	→	→	LFLの1/4以下の 値
指示	省略可	省略可	警報設定値と検 知濃度を外部に 出力できる場合 は省略可	必須
正確度	性能1・2: ±25%以内 性能3: <b>1 000 ppm及 びLFLの1/100超 LFLの1/4以下</b>	通常: ±25%以内 簡易性能: <b>1 000 ppm 及びLFLの1/100超 LFLの1/4以下</b>	→	±25%以内
検知検 査	性能1: 1年に1回以上 性能2・3(耐久性試験 実施): <b>設置後5年 間省略可</b>	耐久試験非実施: 1年 に1回以上 耐久試験実施(簡易 性能は必須): <b>設置後5年間省略可</b>	→	1年に1回以上
警報検 査	<b>1年に1回以上 … GL-20と同じ</b>	<b>1年に1回以上 … 今後交渉予定</b>	→	1月に1回以上
設置個 数	—	漏えい想定箇所の中 心から10m以内に1個 以上	機械室内の設備 群面積が290m <sup>2</sup> 以下では1個	設備群の周囲10m につき1個以上
屋外で の設置	—	—	不要	屋外で設備群が壁 等に接近している 場合設備群の周囲 20mにつき1個以上