

平成 30 年度 経済産業省委託 高圧ガス保安対策事業  
(高圧ガス保安技術基準作成・運用検討)

(1) 高圧ガスの燃焼性試験方法及び  
高圧ガスを利用した各種製品に関する法技術的課題の検討  
報告書

平成 31 年 3 月  
高圧ガス保安協会



## 目次

0. 用語の定義.....	1
1. 調査概要.....	2
1.1 目的.....	2
1.2 調査内容.....	2
1.3 調査実施体制.....	2
1.4 委員会開催状況.....	4
2. 可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準.....	5
2.1 調査内容（再掲）.....	5
2.2 背景.....	5
2.2.1 高圧ガス保安法における可燃性ガスの定義.....	5
2.2.2 高圧ガス保安法における可燃性ガスの判定試験及び判定基準.....	6
2.3 これまでの検討結果（平成 28－29 年度）.....	11
2.3.1 概略.....	11
2.3.2 平成 28 年度検討結果.....	12
2.3.3 平成 29 年度検討結果.....	17
2.4 今年度の検討.....	18
3. 特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準.....	19
3.1 調査内容（再掲）.....	19
3.2 背景.....	19
3.3 これまでの検討結果（平成 28－29 年度）.....	21
3.3.1 概略.....	21
3.3.2 平成 28 年度検討結果.....	21
3.3.3 平成 29 年度検討結果.....	22
3.4 今年度の検討.....	23
4. 「可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準」「特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」見直し案の検討.....	24
4.1 見直し案の考え方（全体概略）.....	24
4.2 爆発限界の測定方法、条件.....	26
4.2.1 測定方法、条件案の理由.....	26
4.2.2 測定方法、条件案.....	26
4.3 可燃性ガスから特定不活性ガスを除外するための爆発下限界、燃焼熱、燃焼速度の測定方法、条件.....	27
4.3.1 測定方法、条件案の理由.....	27
4.3.2 測定方法、条件案.....	27
4.4 不活性ガスのうち特定不活性ガスを判定する火炎伝ば試験.....	28
4.4.1 測定条件案の理由.....	28
4.4.2 測定方法、条件案.....	28

4.5	関係法令への対応試案	30
4.5.1	現状の法令概要	30
4.5.2	技術基準関連の規定への対応試案	30
4.5.3	製造許可基準関連の規定への対応案	32
4.6	まとめ、課題等	34
5.	高圧ガスを利用した各種製品の法技術的課題の検討	35
5.1	調査内容（再掲）	35
5.2	高圧ガスを利用した各種製品の法技術的課題の検討	35
5.2.1	一般高圧ガス保安規則等に示される、高圧ガス移動車両の警戒標	35
5.2.2	分析機器と同様に内容積が小さい製品に対する対応	37
5.2.3	貯蔵所の貯蔵量の合算	38
5.2.4	適用除外となった分析機器の内容積の扱い	39
5.3	法適用除外の製品類に関する適用除外要件の遵守状況等調査	39
5.3.1	対象製品類	39
5.3.2	調査結果	40
5.3.3	まとめ	42
6.	まとめ（全体）	43
6.1	「可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準」「特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」見直し案の検討	43
6.2	高圧ガスを利用した各種製品の法技術的課題の検討	43

## 参考資料

## 0. 用語の定義

本報告書では、以下の略称等を使用する場合がある。

ただし、経済産業省の仕様書や産業構造審議会等の本委員会以外の資料を引用する場合は、その資料に基づくことを原則とするため、用語の不整合が生じる場合がある。

略称	説明
一般則	一般高圧ガス保安規則
液石則	液化石油ガス保安規則
基本通達	高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）
高圧法	高圧ガス保安法
高圧ガス保安室	経済産業省産業保安グループ高圧ガス保安室
コンビ則	コンビナート等保安規則
ハロゲン化率	分子中のハロゲン原子数を水素原子数で除した数値 (Degree of halogenation)
法	高圧ガス保安法
製造細目告示	製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示
政令	高圧ガス保安法施行令
政令関係告示	高圧ガス保安法施行令関係告示
容器則	容器保安規則
冷凍則	冷凍保安規則
ASHRAE	米国暖房冷凍空調学会 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASHRAE 34	ASHRAE34 Designation and safety classification of refrigerants
A 法	「火薬類・高圧ガス取締月報 第 37 号」（昭和 43 年 1 月 15 日、通商産業省化学局保安課発行）の「爆発限界の測定方法の基準」に示される爆発限界の測定方法（分子中にハロゲンを含むガスまたは分子中にハロゲンを含むガスと他のガス（空気または酸素を除く。）を混合したガスに適用）
ASTM E681	ASTM E681 Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals (Vapors and Gases)
B 法	「火薬類・高圧ガス取締月報 第 37 号」（昭和 43 年 1 月 15 日、通商産業省化学局保安課発行）の「爆発限界の測定方法の基準」に示される爆発限界の測定方法（A 法を適用するガス以外のガスに適用）
EN 1839	BS EN 1839 Determination of the explosion limits and the limiting oxygen concentration (LOC) for flammable gases and vapours
GWP	地球温暖化係数 Global Warming Potential
GHS	化学品の分類および表示に関する世界調和システム Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals
HFC	ハイドロフルオロカーボン Hydrofluorocarbon
HFO	ハイドロフルオロオレフィン Hydrofluoroolefin
ISO	国際標準化機構 International Organization for Standardization
ISO 10156	ISO 10156 Gas cylinders -- Gases and gas mixtures -- Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets
ISO 817	ISO 817 Refrigerants – Designation and safety Classification
KHK	高圧ガス保安協会

## 1. 調査概要

### 1.1 目的

高圧ガスの保安対策においては、科学技術の進歩、国際整合化の要請、社会的受容性等の観点から、基準の見直しに向けた検討をすることが常に重要である。

この事業では、高圧ガス保安法及び各規則の適切、円滑な施行、運用を図るため、自治体や事業者の実情から顕在化する法的技術課題、法令の基準運用に必要な試験方法、リスクの小さい高圧ガス利用製品に関する調査、検討を行った。

### 1.2 調査内容

本事業の実施計画書（仕様書）による調査事項は以下のとおり。

#### (1) 可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準

高圧ガス保安法における可燃性ガスの定義により判定する試験方法について、試験実施者における実施の容易さや国際整合化の観点から試験方法及び判定基準の明確化の見直しを行う。高圧ガス保安法における可燃性ガスの判定試験方法（A法及びB法）について、一昨年度及び昨年度の検討で具体的な検討項目を抽出し、試験方法としての検討をおこなったところであるが、本年度はこれらの検討で今後検討が必要とされた事項をはじめとした検討をすすめ、試験方法としてとりまとめる。

#### (2) 特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準

平成28年11月に政令等の改正により位置づけられた特定不活性ガスについて判定するための試験方法及び判定基準について、昨年度行われた検討結果を踏まえ更に検討をすすめ行い、とりまとめる。特定不活性ガスの試験方法については法令上の位置づけ、規定方法（告示、規格化）を合わせて検討する。

#### (3) 高圧ガスを利用した各種製品

高圧ガスを利用した製品、機器類には様々なものがあり、その利便性等から、特別の知識を有しない一般の利用者も含め広く利用されている。平成28年11月の政令改正により、リスクの小さい高圧ガス利用製品について適用除外とするための政令改正を行い一部措置したところであるが、高圧ガスを利用した製品、機器類等は次々に新たなものが開発され、製品化されている。これらの製品、機器類については高圧ガスの製造や、移充填等を行うものの、高圧ガスとしてのリスクが小さく、現行の高圧ガス保安法令で規制しなくても公共の安全の確保が可能であると考えられるものも少なからずあると考えられる。これらの製品、機器類について、できる限り情報を収集し、適用除外措置を含め、適用される技術基準や運用解釈の明確化、高圧ガス設備の範囲、技術基準の追加や見直しなどの法技術的課題や国際的な動向を踏まえた検討が必要である。また、既に適用除外としている製品類について、適用除外要件の遵守状況等について調査を行う。

調査にあたっては、高圧ガス保安法では「高圧ガスの製造」についての裾切り値の設定の必要性を含め、これらの製品、機器類に利用されるガスの種類や圧力、製品の形態、構造、貯蔵や販売等の状況を踏まえ、製造事業者、輸入業者等からの聞き取りや資料収集等により諸外国で適用されている基準、規制を調査し、高圧ガス保安法の位置づけ等を検討、整理する。

なお、本調査における対象規制項目、対象品は高圧ガス保安室と協議して定めることとする。

### 1.3 調査実施体制

本調査では、高圧ガス保安協会による調査、検討の他、「高圧ガスの燃焼性試験方法及び高圧ガスを利用した各種製品に関する法技術的課題の検討委員会」を設置し、検討、議論を行った。同委員会の委員等の構成を表1-1に示す。

表 1-1 委員会構成  
 高圧ガスの燃焼性試験方法及び  
 高圧ガスを利用した各種製品に関する法技術的課題の検討委員会

	氏名	所属、役職等
委員長	土橋 律	東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
委員	飛原 英治	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
	大谷 英雄	横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授
	三宅 淳巳	横浜国立大学 先端科学高等研究院 教授
	堀口 貞茲	元 独立行政法人産業技術総合研究所
	滝澤 賢二	国立研究開発法人産業技術総合研究所 機能化学研究部門 主任研究員
	濱田 高志	一般社団法人日本海事検定協会 安全技術室 調査研究チーム チームリーダー
	宮田 栄三郎	一般社団法人日本化学工業協会 (住友化学株式会社)
	岡田 恵二	一般社団法人日本産業・医療ガス協会 常務執行役員
	山田 康夫	日本フルオロカーボン協会 (ダイキン工業株式会社)
	松田 憲兒	一般社団法人日本冷凍空調工業会 技術部 技術部長 参事
	上田 憲治	公益社団法人日本冷凍空調学会 (三菱重工サーマルシステムズ株式会社)
	作原 直	千葉県 防災危機管理部 産業保安課 保安対策室 副主査
	荘司 達夫	茨城県 防災・危機管理部 消防安全課 産業保安室長

高圧ガス保安協会 高圧ガス部

小山田 賢治、加藤 一郎、木村 悦子、高橋 元樹、岸川 義明、井口 充弘、畑山 和博

#### 1.4 委員会開催状況

前記の委員会の開催実績を表 1-2 に示す

表 1-2 委員会の開催実績

回	開催日	主な議事
1	2018 年（平成 30 年） 11 月 26 日（月）	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 委員長の選任</li><li>・ 実施計画書（仕様書）及びこれまでの検討経緯</li><li>・ 特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準</li><li>・ 可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準</li><li>・ 法技術課題に関する検討事項</li></ul>
2	2019 年（平成 31 年） 1 月 22 日（火）	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 可燃性ガスを判定する試験方法、判定基準、特定不活性ガスの判定試験及び判定基準</li><li>・ 関係法令への対応試案</li><li>・ 法技術課題に関する検討事項</li></ul>
3	2019 年（平成 31 年） 2 月 26 日（火）	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 可燃性ガスを判定する試験方法、判定基準、特定不活性ガスの判定試験及び判定基準</li><li>・ 関係法令への対応試案</li><li>・ 法技術課題に関する検討事項</li></ul>

## 2. 可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準

### 2.1 調査内容（再掲）

高圧ガス保安法における可燃性ガスの定義により判定する試験方法について、試験実施者における実施の容易さや国際整合化の観点から試験方法及び判定基準の明確化の見直しを行う。高圧ガス保安法における可燃性ガスの判定試験方法（A法及びB法）について、一昨年度及び昨年度の検討で具体的な検討項目を抽出し、試験方法としての検討をおこなったところであるが、本年度はこれらの検討で今後検討が必要とされた事項をはじめとした検討をすすめ、試験方法としてとりまとめる。

### 2.2 背景

#### 2.2.1 高圧ガス保安法における可燃性ガスの定義

##### (1) 各規則における可燃性ガスの定義

高圧ガス保安法では、以下に示すとおり各規則において可燃性ガスの定義がされており、その定義中では爆発限界の値が用いられている。なお、液石則では、その適用範囲が液化石油ガス（炭素数三又は四の炭化水素を主成分とするもの）に限られているため、可燃性ガスの定義がない。

##### 【一般則】（第2条第1項第1号）

アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの（フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。）

- イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が十パーセント以下のもの
- ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

##### 【コンビ則】（第2条第1項第1号）

アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの（フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。）

- イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が十パーセント以下のもの
- ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

##### 【冷凍則】（第2条第1項第1号）

アンモニア、イソブタン、エタン、エチレン、クロルメチル、水素、ノルマルブタン、プロパン、プロピレン及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの（フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。）

- イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。ロにおいて同じ。）の下限が十パーセント以下のもの
- ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

##### 【容器則】（第2条第29号）

アセチレン、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチレン、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、フルオロカーボン百五十二 a、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、四ふつ化エチレン、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの（フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。）

- イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が十パーセント以下のもの
- ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

(2) 爆発限界

爆発限界は、昭和 41 年の一般則及び容器則の制定時に可燃性ガスの定義の中で規定された。

また、昭和 50 年に制定されたコンビ則は、一般則及び液石則の上乗せ基準として、高压ガス製造事業所に係る技術上の基準（製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法）を規定しているものであったため、可燃性ガスの定義は一般則によっていた。その後、昭和 61 年に独立した規則として新たにコンビ則が制定され、可燃性ガスの定義は、一般則と同様の内容で規定された。

爆発限界の解釈は、高压ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）で、一般則及びコンビ則については解釈が示されている。

表 2-1 高压ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）に規定されている爆発限界の定義

(2) 一般高压ガス保安規則の運用及び解釈について	(4) コンビナート等保安規則の運用及び解釈について
<p>第 2 条関係</p> <p>第 1 項第 1 号中可燃性ガスについて 従来混合ガス等については、不明確なものがあつたので「爆発限界」をもって定義付けた。</p> <p>「爆発限界」とは、可燃性の気体又は可燃性の液体の蒸気と空気との混合物に点火したときその火えんが全体に伝ばし爆発を引き起こすガスの濃度の限界をいう。</p> <p>混合物の爆発限界は実測で得られたデータにより判定することとするが、簡易的に計算により算出する場合は、加重調和平均とし以下のとおりとする。</p> $L = \frac{100}{\frac{n_1}{L_1} + \frac{n_2}{L_2} + \frac{n_3}{L_3} + \dots + \frac{n_i}{L_i}}$ <p>L:混合ガスの爆発限界濃度 (Vol%) L<sub>i</sub>:成分の爆発限界濃度 (Vol%) n<sub>i</sub>:混合ガス中の i 成分の濃度 (Vol%)</p>	<p>第 2 条関係</p> <p>第 1 項第 1 号中可燃性ガスについて 従来混合ガス等については、不明確なものがあつたので「爆発限界」をもって定義付けた。</p> <p>「爆発限界」とは、可燃性の気体又は可燃性の液体の蒸気と空気との混合物に点火したときその火えんが全体に伝ばし爆発を引き起こすガスの濃度の限界をいう。</p> <p>混合物の爆発限界は実測で得られたデータにより判定することとするが、簡易的に計算により算出する場合は、加重調和平均とし以下のとおりとする。</p> $L = \frac{100}{\frac{n_1}{L_1} + \frac{n_2}{L_2} + \frac{n_3}{L_3} + \dots + \frac{n_i}{L_i}}$ <p>L:混合ガスの爆発限界濃度 (Vol%) L<sub>i</sub>:成分の爆発限界濃度 (Vol%) n<sub>i</sub>:混合ガス中の i 成分の濃度 (Vol%)</p>

2.2.2 高压ガス保安法における可燃性ガスの判定試験及び判定基準

前述のとおり、昭和 41 年の一般則、容器則の制定により、可燃性ガスの定義に爆発限界の範囲が追加されたが、測定方法によって測定値に差異が生じることから、測定方法の規格化を図るため、「火薬類・高压ガス取締月報 第 37 号」（昭和 43 年 1 月 15 日、通商産業省化学局保安課発行）に「爆発限界の測定方法の基準」が示され、分子中にハロゲンを含むガスまたは分子中にハロゲンを含むガスと他のガス（空気または酸素を除く。）を混合したガスにあつては A 法、その他のガスにあつては B 法によるものとされ、現在に至っている。

以下に火薬類・高压ガス取締月報 第 37 号の抜粋（図はそれを広報した高压ガス保安協会報（No.45 昭和 43 年 4 月）から引用）を示す。

12 可燃性ガスの爆発限界の測定方法について

一般高压ガス保安規則第 2 条第 1 号イおよびロの爆発限界の測定方法を別紙のとおり定めましたのでお知らせします。

本基準制定の趣旨は次のとおりです。

同保安規則第 2 条第 1 号に、可燃性ガスの定義として「イ. 爆発限界の下限が 10 パーセント以下のものまたは ロ. 爆発限界の上限と下限の差が 20 パーセント以上のもの」の規定があるが、その測定につい

ては、現在、各種の方法が行われており、基準化されたものはない。しかも測定方法によって測定値は必ずしも一致せずものによってはかなりの差異を生ずる。このため、例えば、エアゾールの噴射剤等において、可燃性ガスに該当するかどうかで問題を生ずるおそれもある。

したがって、測定方法の規格化を図るため、これらの測定方法のうちから、現在、最も信頼性があり、普遍性があると思われる別紙方式を選定し、さらに測定値の再現性、繰返し性を確保するために、測定装置、操作方法、計算方法等について基準化を行ったものである。

本案は東京工業試験所をはじめ、専門家数名の意見を参考にして原案を作成し、これを、関係業界（約10団体）に提示して意見を求め、所要の修正を行って定めたものである。

なお、将来、JIS規格等が定められた場合には、それに移行する予定である。

(別紙)

### 爆発限界の測定方法の基準

一般高圧ガス保安規則第2条第1号イおよびロの爆発限界の測定方法は次のとおりとする。

#### 1 測定方法の選定

可燃性のガスまたは蒸気（以下単に「ガス」という。）の爆発限界の測定は、分子中にハロゲンを含むガスまたは分子中にハロゲンを含むガスと他のガス（空気または酸素を除く。）を混合したガスにあってはA法により、その他のガスにあってはB法によるものとする。

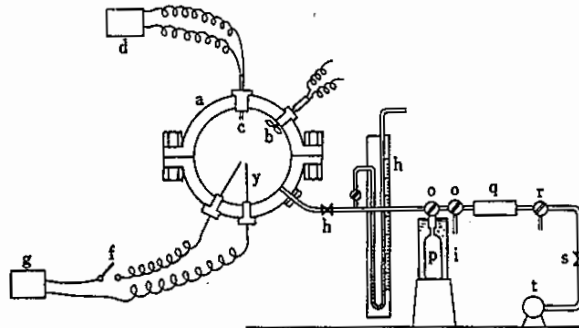
#### 2 測定方法

##### (1) A法

##### ① 測定装置

第1図に示すような装置を用いる。

第1図 爆発限界測定装置 (A法)



- |              |                |          |
|--------------|----------------|----------|
| a: 爆発容器      | b: 電磁かくはん器     | c: 熱電対   |
| d: mv計       | f: スイッチ        | g: 電源    |
| h, s: 閉止弁    | i: 湯（または油）浴    |          |
| k: 水銀マンオメーター | o, o': 試料導入三方弁 | p: 試料容器  |
| q: 乾燥管       | r: 空気導入三方弁     | t: 真空ポンプ |
| y: 着火電極      |                |          |

- (イ) 爆発容器(a): 内容積 2 リットルの球型容器であって、 $10\text{kg/cm}^2$  以上の爆発圧力に耐えるもの
- (ロ) 着火装置: 容器中心部に封入した電極(Y)に白金線（直径 0.3 ミリメートル、長さ 20 ミリメートル）をろう付けし、100 ボルトの交流電源(g)に接続する。
- (ハ) 爆発温度測定装置: アルメルクロメル熱電対 (c)（シースカップ型、直径 1 ミリメートル程度のもの）を容器内に装置し、フルスケール 5mV のミリボルト記録計(d)に接続する。

##### ② 操作

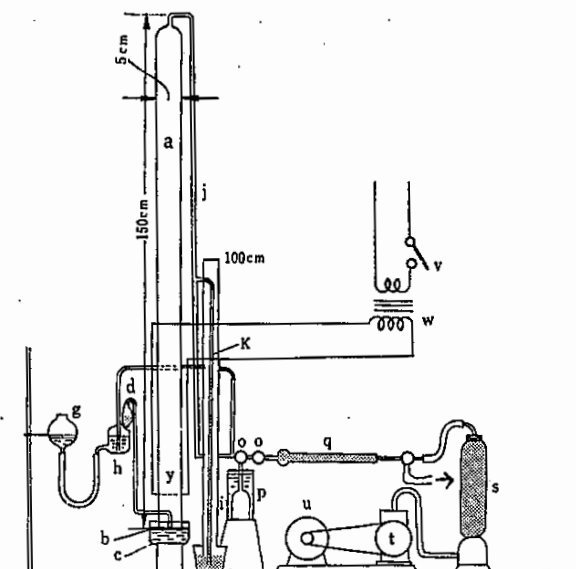
- (イ) 真空ポンプ(t)により装置内全系統を真空にする。
- (ロ) 試料ガスを試料導入弁(o または o')を開いて容器(a)に導入する。その導入量を水銀マンオメーター(k)で測定する。  
注 2種類以上のガスを混合した液化ガスであつて、液化状態時の組成における爆発限界を測定するときは、JIS K 2550 (液化石油ガス試料採取方法) に準じて試料を採取し、爆発容器への試料導入は試料容器(p)内の液化ガスをすべて気化(液化ガスが残らないよう)させる等により爆発容器内のガス組成が液化状態時のガス組成と異なることのないように注意すること。
- (ハ) 空気導入弁(r)を開いて爆発容器(a)の圧力が大気圧になるまで空気を送入する。
- (ニ) 爆発容器(a)内のガスを電磁かくはん器(b)で十分にかき混ぜ濃度を均一にする。
- (ホ) バルブ(h)を閉じた後、着火装置のスイッチ(f)を入れ、白金線の溶断により火花を発生させる。
- (ヘ) 爆発容器(a)内の温度変化によって内部のガスが着火したと判定された場合に爆発が起つたとする。

(2) B法

① 測定装置

第2図に示すような装置を用いる。

第2図 爆発限界測定装置 (B法)



- |               |            |           |
|---------------|------------|-----------|
| a: 爆発筒        | b: ガラス板    | c: 水銀槽    |
| d: 逆止装置       | g: 水銀溜     | h: 水銀入ポンプ |
| i: 湯 (または油) 浴 | k: マノメータ   | p: 試料容器   |
| q, s: 乾燥器     | t: 真空ポンプ   | u: モーター   |
| v: スイッチ       | w: ネオントランス | y: 放電間隙   |

- (イ) 爆発筒(a): 内径5センチメートル、長さ150センチメートルの硬質ガラス製円筒で、下端はすり合わせによりガラス板(b)で蓋をし、これを水銀槽(c)につけて密閉する。
  - (ロ) 着火装置: 3ミリメートル程度の間隙を有する火花放電電極(y)を爆発筒の下部に設け、12kV以上の電圧を発生するネオントランス(w)に接続する。
- ② 操作
- (イ) 真空ポンプ(t)を作動して装置内全系統を真空にする。
  - (ロ) 試料ガスを試料導入弁(o または o')を開いて爆発筒(a)に導入する。その導入量を水銀マンオメーター(k)で測定する。
  - (ハ) 空気を乾燥管(q)を通して筒(a)内に大気圧になるまで送る。
  - (ニ) 水銀溜(g)を10~30分間繰返し上下して筒内のガスをかくはんし、濃度を均一にする。また

は電磁かくはん器等によってもよい。

(木) 水銀槽(c)を下におろし、ガラス板(b)を取り去ったのち、直ちにスイッチ(v)を操作して電極(y)に火花放電をとばす。

(へ) このとき、点火位置に生成した火焰が筒中を昇り、上端にまで達したのを観察できたときに爆発が起ったとする。

注 火焰伝播の観察は暗所で行うとよい。暗所においても観察しがたいときは、A法と同様の爆発温度測定装置を爆発筒上部に設置して確認する。

### 3 爆発限界の決定

#### (1) 爆発上限

① 爆発上限と推定される濃度の近くで種々濃度を変えて(爆発を起さなかったものおよび起したものの各2回以上)実験し、爆発を起さなかったガス濃度のうち最小のものを $U_n$ (容量%)とし、爆発を起したガス濃度のうち最大のものを $U_i$ (容量%)とする。

② 爆発上限は次の算式により計算して得られた数値とする。

$$\text{爆発上限 } E_U (\text{容量}\%) = \frac{U_n + U_i}{2}$$

ただし、 $U_n$ および $U_i$ は次の2式をともに満足する程度に近接したものであること。

$$U_n - U_i < 3(\%)$$

$$\frac{U_n - U_i}{U_i} < 0.1$$

#### (2) 爆発下限

① 爆発下限と推定される濃度の近くで、種々濃度を変えて(爆発を起さなかったものおよび起したものの各2回以上)実験し、爆発を起したガス濃度のうち最小のものを $L_i$ (容量%)とし、爆発を起さなかったガス濃度のうち最大のものを $L_n$ (容量%)とする。

② 爆発下限は次の算式により計算して得られた数値とする。

$$\text{爆発下限 } E_L (\text{容量}\%) = \frac{L_i + L_n}{2}$$

ただし、 $L_i$ および $L_n$ は次の2式をともに満足する程度に近接したものであること。

$$L_i - L_n < 3(\%)$$

$$\frac{L_i - L_n}{L_n} < 0.1$$

### 爆発限界の測定方法の基準

(解説)

#### 1 測定方法の選定

爆発限界の測定においては、(1)着火エネルギーの大きさ、(2)爆発容器の大きさ、(3)火炎の伝ば方向、(4)試料組成の均一性などが測定結果に大きな影響を与えるが、なるべく広い限界値が得られる方法が望ましい。

現在、各種の方法が行われているが、従来、国際的に最も普遍的に行われ、各物質についての測定データが完備されているものはU.S.Bureau of Mines(米国鉱山局)の方法であると思われる。

この方法は、同局が1952年に提案した標準法(以下旧法)といわれていたもので、内径5cm、長さ150cmの爆発筒の中で下端からスパークにより着火する方式である。

しかしながら、この方法ではガスの混合に時間と手間がかかること、爆発容器が比較的小さいこと等の欠点があり、燃え難いような物質については必ずしも信頼性がないと云われ、最近では、より大きな容器およびより強力な着火方法による測定方法が各所で行われるようになってきている。1965年に発表されたBureau of Minesの測定データも多くの物質に対しこの方法(以下新法という。)を採用している。

この方法の詳細について明らかにした文献はないようであるが、適当な大きさの球形容器を用い、金属線の溶断による中央着火方式によるものと思われる。現在、東京工業試験所において行われている方法もほぼこれと類似のものと思われる。

この方法は、一般のガスに広く適用することができ、信頼性、再現性も良好であると云われるので、基準として採用するには望ましい方法である。

しかしながら、新法による測定データは未だ必ずしも整備されておらず、既存のデータは旧法によつたものが多く、現状において、直ちに新法を採用することはやや尚早であると思われる。

したがって、本基準においては、とりあえず、一般のガスについては旧法によることとし、旧法では大きな誤差を生じ、しかも現在その測定値の精度が特に問題にたっている分子中にハロゲンを含むガスおよびそれとの混合ガスについてのみ新法を採用することとしたわけである。

## 2 測定方法

### (1) 測定装置

- ① 爆発容器：容器の大きさは一般に大きい程限界値は広がるが、ある大きさ以上ではほとんど差は認められなくなる。したがって、A 法においては内容積約 2L とし、B 法においては内径 5cm とした。

材質による影響はほとんどないので A 法においては特に規定せず、化学反応を起さないものであれば、鉄製、ステンレス製、またはガラス製でもよいこととした。容器以外の配管系統その他も同様である。耐圧は 10kg/cm<sup>2</sup> 以上としたのは、限界値付近での爆発圧力は一般に初圧（この場合常圧）の 10 倍以下であるというデータによる。爆轟範囲に近いガス濃度のものを測定するときは、破裂板または、容器の一部に弱い部分を設けて圧力を開放し得るようにし、また、容器を障壁内に置く等の安全措置を講ずる必要がある。

- ② 着火装置：着火源による影響も大きいので、A 法においては金属線溶断法により十分強力な着火エネルギー（20 ジュール以上）を与えるようにした。着火位置は中央とし火炎伝ばは八方に広がるようにした。

B 法においては、12,000 ボルト以上の市販ネオントランスを電源とする火花放電で、上方伝ば方式である。

- ③ 爆発温度測定装置：爆発が起ったかどうかの判定は A 法では温度変化の検出による方法によつた。温度および圧力の両面による判定がより望ましいが、温度のみでも十分であり、簡便であろうと思われる。

### (2) 操作

室温、大気圧下における爆発限界の測定においては、温度、圧力、湿度の変動は測定値に殆ど影響を与えないので、これらについては特に規定しなかった。ただ乾燥管を設けて空気の脱湿を行う程度とした。

液化ガスの試料の場合、試料採取法および導入方法は（注）に記したとおり、組成の変動が起らないよう注意を要する。

蒸気圧が小さく、室温で限界濃度に達しない液体の場合は湯または油浴(i)で加熱して蒸発させ、必要ならば爆発容器を保温する。

## 3 爆発限界の決定

- (1) 基準の“爆発限界と推定される濃度”については、既存のデータおよび混合ガスの場合はルシャテリーの式等からあらかじめ大よその値が推定できる。

（参考）ルシャテリーの式

$$L = \frac{100}{\frac{v_1}{L_1} + \frac{v_2}{L_2} + \frac{v_3}{L_3} + \dots}$$

ここで、 $L_1, L_2, L_3 \dots$  : 混合物を形成する各単独成分の爆発限界

$v_1, v_2, v_3 \dots$  : 混合物中の各単独成分の割合 (vol%)

すなわち  $v_1 + v_2 + v_3 + \dots = 100$

- (2) 爆発限界の“真の値”1 点を実験的に求めることはできないので、真の限界値にできるだけ接近した両側の値の平均値をもって、限界値とすることとした。

- (3) “できるだけ接近した値”としては次の 2 式をともに満足するものとした。

（上限界の場合）

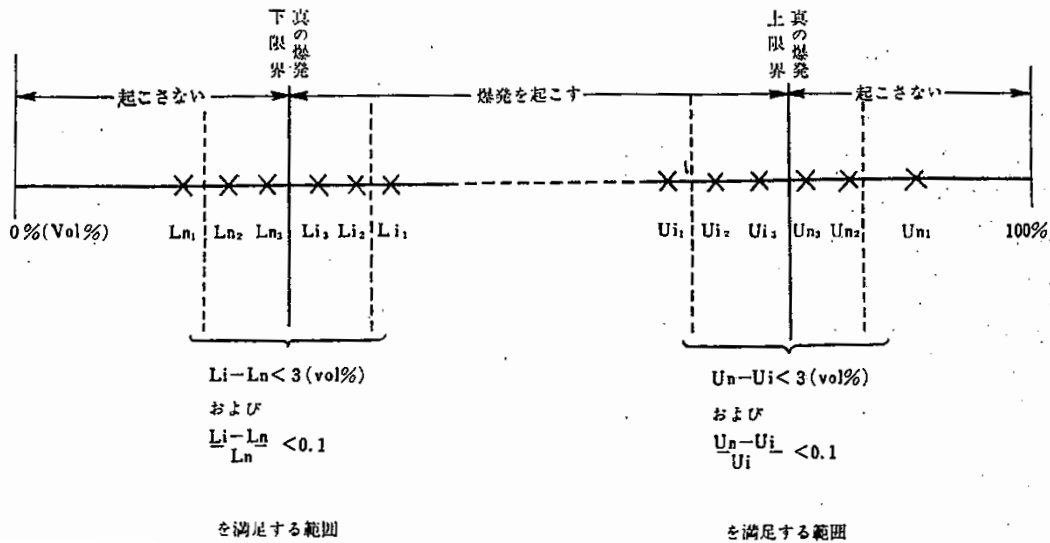
$$U_n - U_i < 3(\text{vol}\%) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{U_n - U_i}{U_i} < 0.1 \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1)および(2)式は今までの測定例を参考に定めたもので特に根拠はないが、一般に高い濃度での爆発限界値は測定値にバラツキが多くなる実態に一応適合していると考えられる。

- (4) 限界値の求め方の例としては、例えば、種々の濃度について実験を行ない下図のような結果が得ら

れた場合、上限界については  $U_{n3}$  および  $U_{i3}$  を基準の  $U_n$  及び  $U_i$  として採用し、その平均値を上限界 (EV) とする。この場合、前記(1)式、(2)式を満足する範囲のもの各々2点以上求めることが望ましい。下限界についても同様である。



## 2.3 これまでの検討結果（平成 28-29 年度）

### 2.3.1 概略

「可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準」において、課題およびこれまでの検討結果の概略を表 2-2 に示す。詳細は次節以降で報告する。

表 2-2 可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準に関する  
課題およびこれまでの検討結果

爆発限界の測定方法	
課題	<p>法令上、可燃性ガスの定義に爆発限界の値が用いられている。 測定方法は昭和 43 年の「火薬類・高圧ガス取締月報」に「爆発限界の測定方法の基準」が示されており、現在もこの文書に示される方法を用いて測定している場合がある。</p> <p>しかし、この基準は古く、国際的な基準に整合しない点、測定条件および爆発したと判断する基準が不明瞭である点などが指摘されている。</p> <p style="text-align: right;">(2.3.2 に詳述)</p>
H28 FY	<p>文献調査、ヒアリングを実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・月報に示される A 法、B 法の問題点を業界、学識者からヒアリング</li> <li>・測定条件、爆発判定基準が不明瞭であること。特に A 法においては装置の容積が小さいこと、着火源は溶断法よりも電気火花のほうが望ましいことが指摘された。</li> <li>・海外の規格による試験方法を調査。ASTM E681 等に示されるフラスコ形の装置を用いた方法の問題点が指摘された。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(2.3.2 に詳述)</p>
H29 FY	<p>現行の特定不活性ガス 3 種を対象に実験を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ EN1839 規格に準じた新 A 法案で実施</li> <li>・ 大型容器による試験と概ね整合</li> <li>・ 海外文献値とも概ね整合</li> <li>・ 装置として、新 A 法案が妥当ではないか</li> <li>・ ハロゲン化率の高いガスの湿度条件の扱いが課題</li> </ul> <p style="text-align: right;">(2.3.3 に詳述)</p>

### 2.3.2 平成 28 年度検討結果

高圧ガス保安法関係政省令には、爆発限界によるガスの分類（可燃性ガス）が規定されているが、その測定方法は規定されていない。

測定方法が示された文書として「火薬類・高圧ガス取締月報 第 37 号」（昭和 43 年 1 月 15 日、通商産業省化学局保安課発行）内の「爆発限界の測定方法の基準」がある。分子中にハロゲンを含むガスまたは分子中にハロゲンを含むガスと他のガス（空気または酸素を除く。）を混合したガスにあっては A 法（密閉容器による装置を用いた方法）、その他のガスにあっては B 法（開放型の円筒形の装置を用いた方法）によるものとされている。

これらは測定条件や爆発と判断する基準が明確でないため、この方法を用いた測定結果同士でも結果の数値に差異が生じること及び海外基準と整合しないこと等が関係業界等から指摘された。

ヒアリング調査等によりこれらの方法の問題点の整理と見直しの方向性をとりまとめた。特に A 法について課題が多いことが指摘された。

また、海外基準においても ASTM E 681 や ASHRAE Standard 34 に示されるようなフラスコ形装置による方法の問題点が指摘された。理由として、この装置は半密閉容器で、燃焼による圧力上昇でフランジが持ち上がり、内圧が開放される構造となっているが、フランジの基準がないため装置によって開放される圧力が異なり、再現性が低いことが挙げられた。

A 法の問題点の整理を表 2-3 に、A 法の見直しの方向性を表 2-4 に、B 法の見直しの方向性を表 2-5 に、業界からのヒアリング結果（「特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」に関する意見を含む）を表 2-6 に示す。

表 2-3 A 法と他の規格類の問題点等の整理

要因	A 法の条件	問題点等の整理	委員会での意見
容器	形状：球形、密閉容器 容積：2L	<p>(A 法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2L 程度では小さく、壁面の影響を受けやすい。容積は、その装置の壁面が熱伝導、火炎伝播等に影響を与えるため、大きい方がよい。</li> </ul> <p>(国外の規格類)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 規格類によって、容積は異なる。</li> <li>○ ASHRAE の方法は、半密閉容器で、圧力上昇でフランジが持ち上がり、内圧が開放される。ただし、フランジの基準がないため、装置によって開放される圧力は異なり、再現性が低い。</li> </ul> <p>(その他)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 容積を大きくすればコストアップ、設置場所の確保の困難など、一般的な試験方法ではなくなる可能性有り。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測定条件を室温、大気圧とするのであれば、実験の手間が簡略になり、直接火炎が目視で確認できるガラス容器のほうがよいと考える。</li> <li>● 密閉容器を用いる場合、10 気圧まで圧力が上がるため、ガラス製ではなく、ステンレス製の容器を用いる必要がある。容器のサイズは、以前から大きいほうが壁面の影響を受けにくいと言われているとおり、サイズは 6L、8L などがよい。</li> </ul>
着火装置	白金溶断法 (白金線:直径 0.3mm、長さ 20mm、電圧:100V の交流電源)	<p>(A 法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 100V の溶断では、金属粒が広く飛び散り火炎伝播に影響を与えるため、測定のばらつきを大きくする。</li> </ul> <p>(国外の規格類)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一般的に電極間放電法が使われている。</li> <li>○ 金属線溶断法は放電の困難な高圧測定に用いられることが多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電極の金属線は、滝澤委員が研究していた中で、タングステンとするのがよいと考える。</li> </ul>
圧力	(大気圧) ※解説で、「室温、大気圧下における爆発限界の測定においては、温度、圧力、湿度の変動は測定値に殆んど影響を与えないので、これらについては特に規定しなかった。」と記述が有る。 基準本文中で、空気導入時は大気圧までと記述が有る。	<p>(A 法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 明確には規定されていない。解説のとおり、大気圧を想定しているものと思われる。</li> </ul> <p>(国外の規格類)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 他の規格類は大気圧が用いられている。</li> </ul> <p>(その他)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 圧力依存性については、物質によって複雑な爆発範囲の挙動を示す。多くの炭化水素は、圧力を上昇させると燃焼範囲は広がる。しかし、水素は圧力を上げていくと始めのうちは範囲が狭まる方向に変化し、そのあと再び広がる方向に変化する。また、乾燥下の一酸化炭素は圧力を上げていくと範囲が狭まる方向に変化するが、湿度がある場合は上限界が広がる方向に変化する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大気圧とする場合、高気圧と低気圧で異なるため、標準大気圧等、具体的な数値とした方がよい。</li> </ul>

要因	A法の条件	問題点等の整理	委員会での意見
温度	<p>(室温)</p> <p>※解説で、「室温、大気圧下における爆発限界の測定においては、温度、圧力、湿度の変動は測定値に殆んど影響を与えないので、これらについては特に規定しなかった。」と記述が有る。</p>	<p>(A法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 明確には規定されていない。解説のとおり、室温を想定しているものと思われる。ただ、室温は不明確。</li> </ul> <p>(国外の規格類)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 規格類によって温度は異なる。ISO、EUは温度20℃、ASHRAEは60℃(LEL決定時の温度は23℃)</li> </ul> <p>(その他)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一般的に温度を上昇させると燃焼範囲は広がる。</li> <li>○ 爆発下限界の温度依存性については、Burgess-Wheelerの法則をZabetakisらが修正した式が得られている。  <math display="block">L_t = [1 - 0.000721(t - 25)]L_{25}</math> <math display="block">L_t \text{ 及び } L_{25} : \text{温度 } t^\circ\text{C 及び } 25^\circ\text{C の下限界濃度}</math> </li> </ul>	
湿度	<p>(乾燥空気)</p> <p>※解説で、「室温、大気圧下における爆発限界の測定においては、温度、圧力、湿度の変動は測定値に殆んど影響を与えないので、これらについては特に規定しなかった。ただ乾燥管を設けて空気の脱湿を行う程度とした。」と記述が有る。</p>	<p>(A法)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 明確には規定されていない。乾燥管の設置が求められていることから乾燥空気である。</li> <li>○ 日本冷凍空調学会の新冷媒評価委員会のA法の試験報告書では、注意書きに以下の条件が記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用する空気は、室内空気を乾燥管を通して導入するか、又は酸素濃度21.0±0.1容量%(vol%)のポンペ入り空気を使用すること。</li> </ul> </li> </ul> <p>(国外の規格類)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 規格類によって異なる。</li> </ul> <p>(その他)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一般的には乾燥状態の方が燃えやすいが、一部の物質では湿度がある方が燃えやすくなる。</li> <li>○ 実際の環境では、湿度ゼロと云うのはまずないため、ある程度の湿度の空気を用いる方が実際のデータになる。</li> <li>○ 湿度を上げすぎると、フッ素を含む化合物は現在不活性ガスとして取り扱われているガスでも可燃性ガスになる可能性があり、検討が必要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ハロゲン系は、湿度条件を入れることで不燃とされていたものでも可燃性のもので出てきてしまう。どこまで湿度を上げるのかは、合意を得ながら進めなければならないと考える。</li> <li>● 温度35℃、相対湿度50%などと日本の気候に合わせたほうがよいと考える。ただ、これらは空調の冷媒をイメージした場合であり、他の産業ではどうかという分からない。</li> <li>● 温度、湿度は、日本の環境を踏まえて設定するとよい。ワーストケースとしては、温度35～40℃、湿度100%が現実として考えられる。温度、湿度の条件は、試験により得られた値を確認してからでもよい。</li> <li>● ハロゲン系は、湿度を考慮したほうがよいなど、ガス種によって条件を使い分ける方法もある。</li> </ul>

要因	A 法の条件	問題点等の整理	委員会での意見
判定	爆発の判定：内部の温度変化によって内部のガスが着火したと判定された場合 （爆発温度測定装置：アルメルクロメル熱電対）	（A 法） ○ 温度上昇による明確な判定基準がない。微燃性のガスなどは、あまり大きな上昇がないため、どのように判断するかは自由度がある。圧力も同時に見て両方から判断するとより正確に判断できる。 ○ 温度は検出感度に問題があり、また、熱電対の設置位置により影響を受けやすい。密閉容器であれば、圧力で見るのがよい。 ○ 熱電対の設置位置は、中心の真上よりも横にずらした方が正確に測定できるという経験的な話もある。 ○ 日本冷凍空調学会の新冷媒評価委員会の A 法の試験報告書では、注意書きに以下の条件が記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 着火と判定する温度変化は、50℃とすること。</li> </ul> ○ 日本冷凍空調学会の新冷媒評価委員会の A 法の試験報告書では、例として以下の条件が記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 熱電対は容器真上に配置し、内壁面から内側に 5～10mm 突出す。</li> <li>● 容器中心から仰角 30°内に、熱電対以外のいかなる構造物も置かない。</li> </ul> （国外の規格類） ○ 規格類によって、目視による確認と温度による確認がある。 ○ ガラス容器の場合は、目視が基本。 ○ ASHRAE の方法では、火炎が点火源からフラスコ壁までの角度が 90°以上であるかどうかを目視で判定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 燃焼の判定条件は、現在の A 法は温度だけであるが、圧力も併用して判断するとよい。</li> </ul>

表 2-4 A 法の見直し提案

検討項目	提案
容器の大きさ	EN1839(2012)(Bomb method)の規定が妥当ではないか。 【EN 1839(2012) Bomb method】 内容積 5 L 以上の円筒形容器または球形容器。円筒形容器を用いる場合は直径に対する長さの割合は 1~1.5。 材料はステンレス又は触媒の影響がなく、導入ガスや燃焼生成物からのコロージョンに耐えられる物質。
着火装置	EN1839(2012)(Bomb method)及び他の国際規格と同様、タングステン又はステンレス電極を用いた放電火花が良いのではないか。
圧力	大気圧
温度	規定する必要があるなら、日本の気候を考えると、25±3°C程度が妥当ではないか(要検討)
湿度	EN1839(2012)(Annex A による Tube method)と同様、ハロゲン化率 <sup>*1</sup> の高いものについては湿度条件の測定も要求すれば良いのではないか。(湿度レベルについては要検討。) 【EN 1839(2012) Annex A による Tube method】 ハロゲン化率>0.8 の物質は、相対湿度 50% (室温) も測定
爆発の判定	EN1839(2012)(Bomb method)のような圧力上昇を規定するのが妥当ではないか。(圧力上昇レベルについては要検討) 【EN 1839(2012) Bomb method】 圧力上昇が初期圧力の 5±0.1%以上か。 燃焼範囲は 5 回の実験によりちょうど燃えない濃度から判断する。

表 2-5 B 法の見直し提案

検討項目	提案
容器の大きさ	B 法のデータの検証を行い、妥当であるならば水銀槽をゲートバルブに代替して使用すれば良いのではないか。或いは国際整合性の観点から、ISO10156(2010)及び EN1839(2012)(Tube method)のようなより短い円筒を使用することを検討するか。
着火装置	特に変える必要は無い。または、国際整合性の観点から、5mm 程度の電極間隔に広げれば良い。
圧力	※円管法は開放系の実験なので、大気圧以外実験不可能。
温度	規定する必要があるなら、日本の気候を考えると、25±3°C程度が妥当ではないか(要検討)。
湿度	EN1839(2012)(Annex A による Tube method)と同様、ハロゲン化率の高いものについては湿度条件の測定も要求すれば良いのではないか。(湿度レベルについては要検討。) 【EN 1839(2012) Annex A による Tube method】 ハロゲン化率>0.8 の物質は、相対湿度 50% (室温) も測定
燃焼の判定	EN1839(2012)(Bomb method)のような圧力上昇を規定するのが妥当ではないか。(圧力上昇レベルについては要検討) 【EN 1839(2012) Bomb method】 圧力上昇が初期圧力の 5±0.1%以上か。 燃焼範囲は 5 回の実験によりちょうど燃えない濃度から判断する。

表 2-6 関係業界からのヒアリング結果

<p>1. 高圧ガス保安法における爆発限界の測定方法について</p> <p>(1) 測定条件や方法（圧力、温度、湿度（乾燥管の種類等）、操作、判定基準）が不明確。</p> <p>(2) 許容範囲（圧力、温度、空気との混合比、混合物組成比）がない。</p> <p>(3) 着火装置・着火源の問題（白金線が溶断される前にろう付け部分が溶けてはずれ、供給エネルギーに違いが出る場合がある。白金線による触媒効果もある。）</p> <p>(4) 試験条件や判断基準で結果に大きなバラツキが出ることがないように条件や基準を明確にする必要がある。</p> <p>(5) データの信頼性をより高めるため、使用する測定装置を明確にする必要がある。</p> <p>(6) 汎用性を高めるために測定条件（温度、湿度、圧力など）の標準化を求めたい。</p>
--

\*1 ハロゲン化率 (Degree of halogenation) : 分子中のハロゲン原子数を水素原子数で除した数値

## 2. 爆発限界値について

- (1) 文献や SDS に記載の爆発限界の数値が、どの方法に基づいて測定されたものか不明な場合も多く、判断に迷うことがある。
- (2) A 法、B 法の燃焼試験結果の一覧を整備していただきたい。公的機関からのフロン類の A 法による燃焼試験結果の LFL、UFL の値が出ていないため、市場で使用する際に混乱が生じるおそれがある。

## 3. 爆発限界の測定方法の見直しにあたって

- (1) 冷媒番号を取得するための AHSRAE34 と高圧ガス保安法で、爆発限界の測定方法と可燃性ガスの評価基準が異なるため、評価のために時間と費用を要する。また、それにより、爆発範囲や可燃性ガスの分類が異なるため、使用者の混乱の原因となることも考えられる。
- (2) 混合冷媒は、公差を持って規定されており、その範囲内で最も燃えやすい組成で測定すべきと考える。
- (3) 測定方法の変更により、測定をやり直すことによる手間およびコスト増が発生する可能性はある。

## 4. 高圧ガス保安法における可燃性ガス等の定義について

- (1) 各省令で異なる可燃性ガスの定義を合わせた場合、新たに可燃性ガスになる物質が出てくれば、技術上の基準の確認項目が増えることによる影響がある。
- (2) 不活性ガス及び特定不活性ガスの判定基準がなく、不活性ガス又は特定不活性ガスに相当する冷媒を開発しても掲名されるまでに時間を要する。そのため、不活性ガス又は特定不活性ガスに相当するガスであってもフルオロカーボン（不活性ガスを除く。）に区分される。<sup>2</sup>
- (3) 新冷媒に対して速やかに判断できる定義基準を設けるか、速やかに特定不活性ガスであるかが判断できる仕組みを作っていただきたい。特定不活性ガスの規制緩和に際し、可燃空間のできる確率を求める際には数値シミュレーションをおこなっており、分子量、密度などの拡散に影響する物性値も R32、R1234yf、R1234ze と比較し、大幅な違いが無いことは確認する必要がある。学識者による物性値評価が必要と考える。
- (4) 可燃性ガスの判断基準がないため、新たな冷媒ガスの取扱い・運用に苦慮している。例えば、新冷媒評価委員会で不活性ガスと評価された R448A、R449A、R452A など。ASHRAE34 で不燃性（A1）という冷媒ガスは不活性ガスと自主的に判断、運用の可能性を求めたい。

## 5. その他の意見

- (1) その他製造の冷凍則第 15 条第 2 号“特定不活性ガスを冷媒ガスとする冷凍設備にあつては、冷媒ガスが漏えいしたとき燃焼を防止するための適切な措置を講ずること。”とあり、日本冷凍空調工業会では燃焼を防止するための適切な措置の具体的な基準として JRAGL-20 を制定し、例示基準に明記するなどの措置を進める。
- (2) COP21、MOP28 を受け、GWP の低い冷媒への転換の要求が一段と強くなる。GWP を下げると燃焼性が出てくるため、微燃性冷媒（国際的には毒性のないことも考慮し、A2L 冷媒に該当する）を、高圧ガス保安法でも特定不活性ガスとして扱えるようにしていただきたい。
- (3) プロパンなどの強燃性のガスを冷媒として使用する際に、高圧ガス保安法では 3 冷凍トン未満は適用除外になっているが、3 冷凍トンはプロパンでも kg 単位で使用するようになるので非常に危険である。よって、可燃性ガスを冷凍設備に使用する場合の 3 冷凍トン未満の適用除外を廃止し、安全基準を策定すべきと考える。国際的に可燃性ガスの最大充填量を拡大する動き（特に中国やドイツの GIZ など）が活発化しているが、国内でも安全基準の考え方を見極める必要がある。

### 2.3.3 平成 29 年度検討結果

前年度の見直しの方向性に基づき、保安月報の A 法（密閉容器による装置を用いた方法）の見直しを実施した。

検討の方法として、HFO-1234yf、HFO-1234ze(E)、HFC-32 の 3 種のガスについて、先ず実環境による燃焼と近い結果が得られると考えられる大型容器（内容積 520L）により実験をし、その結果を踏まえた上で、A 法の課題を解消できると考えられる新 A 法案の小型容器（5L）により実験した。

結果、新 A 法案では、大型容器よりも若干広い濃度範囲で爆発を確認し（安全側の判定）、国際規格である ISO 187 に示される爆発下限界値に概ね近い結果が得られた。

また、ハロゲン化率（分子中のハロゲン原子数を水素原子数で除した数値）が 2 となるガス（HFO-1234yf、HFO-1234ze(E)）については、測定環境が乾燥空気の場合に比べ、湿度環境の方が爆発範囲が広がる傾向が見られた。

昨年度報告書において、以下のとおり今後検討が必要な事項を挙げている。

<sup>2</sup> ヒアリング当時は、冷凍則において不活性ガスは掲名によりガスが指定されていた。

平成 29 年度報告書 「今後検討が必要な事項」

- (1) 測定条件への湿度条件の設定  
少なくともハロゲン化率 2 のガス (HFO-1234yf、HFO-1234ze(E)) については、湿度により爆発範囲が広がる傾向があることが確認された。本邦の気候は湿潤であることもあり、今後爆発限界を測定する基準策定にあたっては、湿度についての条件設定等の検討が必要である。
- (2) 既存 A 法との比較  
同じ乾燥条件であっても、ガスにより A 法と異なり爆発が確認されない場合や、爆発が確認される濃度が変わることが判明した。爆発下限界の測定値によっては、適用される技術基準も異なってくるため、新 A 法による測定と既存 A 法による測定結果の差異について検討が必要である。  
(2)の湿度影響による測定結果の変動も含む。
- (3) 海外基準に示される数値との差異  
少なくとも今回実施した 3 種のガスについて、ISO817 と整合する結果が得られている。A 法による測定実施対象となる他のガスについてもさらなる検証が必要か検討が必要である。

## 2.4 今年度の検討

「3. 特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」の件とともに、4. に報告する。

### 3. 特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準

#### 3.1 調査内容（再掲）

平成 28 年 11 月に政令等の改正により位置づけられた特定不活性ガスについて判定するための試験方法及び判定基準について、昨年度行われた検討結果を踏まえ更に検討をすすめ行い、とりまとめる。特定不活性ガスの試験方法については法令上の位置づけ、規定方法（告示、規格化）を合わせて検討する。

#### 3.2 背景

現在、フルオロオレフィン 1234yf 及びフルオロオレフィン 1234ze は、一般則、コンビ則、冷凍則、容器則の可燃性ガスの定義から掲名により除かれている。これにより前記 2 ガスは、一般則、コンビ則及び冷凍則において、不活性ガスの定義中の「フルオロカーボン（可燃性ガスを除く。）」に該当することとなり、不活性ガスに位置付けられている。

また、前記 4 規則のうち、容器則以外の一般則、コンビ則及び冷凍則の定義に、「特定不活性ガス」が定義されており、不活性ガスのうち、微燃性を有するフルオロオレフィン 1234yf、フルオロオレフィン 1234ze 及びフルオロカーボン 32 が特定不活性ガスとして掲名されている。

#### 一般高圧ガス保安規則【抜粋】

(前略)

(用語の定義)

第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 可燃性ガス アクリロニトリル、(中略(ガスの名称が続く))、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの(フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。)

イ 爆発限界(空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。)の下限が十パーセント以下のもの

ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

(中略)

四 不活性ガス ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素又はフルオロカーボン(可燃性ガスを除く。)

四の二 特定不活性ガス 不活性ガスのうち、次に掲げるもの

イ フルオロオレフィン千二百三十四 yf

ロ フルオロオレフィン千二百三十四 ze

ハ フルオロカーボン三十二

(後略)

(コンビナート等保安規則も同じ)

#### 冷凍保安規則【抜粋】

(前略)

(用語の定義)

第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 可燃性ガス アンモニア、(中略(ガスの名称が続く))、プロピレン及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの(フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。)

イ 爆発限界(空気と混合した場合の爆発限界をいう。ロにおいて同じ。)の下限が十パーセント以下のもの

ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

(中略)

三 不活性ガス ヘリウム、二酸化炭素又はフルオロカーボン(可燃性ガスを除く。)

三の二 特定不活性ガス 不活性ガスのうち、次に掲げるもの

イ フルオロオレフィン千二百三十四 yf

ロ フルオロオレフィン千二百三十四 ze

ハ フルオロカーボン三十二

(後略)

### 容器保安規則【抜粋】

(前略)

(用語の定義)

第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

(中略)

二十九 可燃性ガス アセチレン、(中略(ガスの名称が続く))、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの(フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。)

イ 爆発限界(空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。)の下限が十パーセント以下のもの

ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

(後略)

(容器保安規則には、「不活性ガス」、「特定不活性ガス」の用語は無い)

一方で、高圧ガス事業所の許認可申請の要否を判定するため、ガスの処理量の閾値関係で参照される高圧ガス保安法施行令関係の法令も平成 28 年 11 月 1 日施行の法令改正により以下のとおり改正されており、フルオロオレフィン 1234yf 及びフルオロオレフィン 1234ze が掲名されているが、ここには「特定不活性ガス」という用語は使われていない。

### 高圧ガス保安法施行令【抜粋】

(前略)

(政令で定めるガスの種類等)

第三条 法第五条第一項第一号の政令で定めるガスの種類は、一の事業所において次の表の上欄に掲げるガスに係る高圧ガスの製造をしようとする場合における同欄に掲げるガスとし、同号の政令で定める値は、同欄に掲げるガスの種類に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げるとおりとする。

ガスの種類	値
一 ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、 <u>フルオロカーボン(難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準に適合するものに限る。)</u> 又は空気(以下「第一種ガス」という。)	三百立方メートル
二 第一種ガス及びそれ以外のガス	百立方メートルを超え三百立方メートル以下の範囲内において経済産業省令で定める値

(後略)

### 一般高圧ガス保安規則【抜粋】

(前略)

(燃焼性の基準)

第一百一条 令第三条第一号上欄の経済産業省令で定める燃焼性の基準は、次の各号のいずれかに該当することとする。

一 次のイ及びロのいずれにも該当しないこと。

イ 爆発限界の下限が十パーセント以下のもの

ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

二 ガスと着火源との接触を維持しない限り火炎が認められないこと

### 製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示【抜粋】

(前略)

(燃焼性の基準を満たすフルオロカーボン)

第十五条 一般高圧ガス保安規則第一百一条第二号に規定する燃焼性の基準を満たすフルオロカーボンは、次のとおりとする。

一 フルオロオレフィン千二百三十四 yf

なお、これらの3種類のガスのうち、フルオロオレフィン 1234yf、フルオロオレフィン 1234ze については、従前では可燃性ガスと扱われていた。フルオロカーボン 32 は不活性ガスと扱われていた。平成 28 年 11 月の改正により、地球温暖化係数の低い新たな冷媒の普及を促進するため、不活性ガスであるものの一定の追加要件が要求される「特定不活性ガス」として扱われることとなった。

**規制対象の見直しや新冷媒の普及に向けた規制見直しなど<sup>3</sup>【抜粋】**

(前略)

- ・地球温暖化係数の低い新たな冷媒の普及を促進するため、地球温暖化係数が低いフルオロカーボンのうち燃焼性がわずかにある新冷媒（フルオロカーボン 32、フルオロオレフィン 1234yf、フルオロオレフィン 1234ze）について、一定の要件を課すことで不活性ガス（これらの3つのガスを「特定不活性ガス」としております。）扱いとし、さらに、これまで整備されていなかった冷凍設備及び新冷媒を製造する設備や充填するための設備の技術基準を新たに整備しました。

(後略)

### 3.3 これまでの検討結果（平成 28—29 年度）

#### 3.3.1 概略

「特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」において、課題およびこれまでの検討結果の概略を表 3-1 に示す。詳細は次節以降で報告する。

**表 3-1 特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準に関する  
課題およびこれまでの検討結果**

特定不活性ガスの判定基準	
課題	<p>法令上、不活性ガスのうちわずかに燃焼性があるガスが、特定不活性ガスとして扱われている。現在具体的名称を挙げることにより対応している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・不活性ガスに分類されているが、同様にわずかに燃焼性があり、特定不活性ガスに分類されるべき他のガスが分類されない</li> <li>・可燃性ガスに分類されているが、同様にわずかな燃焼性のガスが特定不活性ガスとして分類されない</li> </ul>
H28 FY	<p>文献調査、ヒアリングを実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現状の関係規定にエアゾールの火炎長試験を参考とした「ガスと着火源との接触を維持しない限り火炎がみとめられないこと」とあるが、この方法はガスの評価には向かない。</li> <li>・海外規格においてはガスの燃焼性を分類するためのパラメータとして、爆発下限界の他に、燃焼速度、燃焼熱が取り入れられている。</li> <li>・業界意見ヒアリング</li> </ul> <p style="text-align: right;">(3.3.2 に詳述)</p>
H29 FY	<p>文献調査を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・燃焼速度による規定を取り入れている基準および各種ガスの文献値を調査</li> <li>・ハロゲン化率の高いガスの湿度条件の扱いが課題</li> </ul> <p style="text-align: right;">(3.3.3 に詳述)</p>

#### 3.3.2 平成 28 年度検討結果

当時の高圧ガス保安室より、特定不活性ガスは現在掲名により指定されていることから、類似の物性を有するフルオロカーボンや、今後新たに開発される類似の物性のフルオロカーボンについて、省令改正を要せずに判断できるような定義を定めることへの要望があることの説明

<sup>3</sup> 経済産業省 Web サイト

[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/sangyo/hipregas/kisei/kisei-minaoshi.html](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/kisei/kisei-minaoshi.html)

があった。

この意見について、委員会において意見を募ったが特に反対する意見はないことを確認した。

現在政令第3条にある「難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準」は、一般則第101条に規定されている。そのうち、第1号は、一般則及びコンビ則の「可燃性ガス」の定義のうち、爆発限界による定義と同様である。第2号の「ガスと着火源との接触を維持しない限り火炎がみとめられないこと」については、エアゾール製品の法適用除外要件として求められる火炎長試験を参考とした規定であると、高压ガス保安室より情報がよせられた。

しかし、エアゾール製品の火炎長試験については、エアゾールの製品としての試験方法であり、内容物の圧力やノズル形状の影響を受け、ガスそのものの評価にはそのまま適用できないことが指摘された。

一方、海外規格においてはガスの燃焼性を分類するためのパラメータとして、爆発下限界の他に、燃焼速度が取り入れられていることが判明したため、これらの閾値の文献調査等を実施した。また、業界へのヒアリングを行った（表2-6）。

### 3.3.3 平成29年度検討結果

元々可燃性ガスに分類されていた HFO-1234yf、HFO-1234ze のようなガスと、元々不活性ガスに分類されていた HFC-32 のようなガスをどちらも判定できる基準とする必要がある。

HFO-1234yf、HFO-1234ze については、ISO817 によると燃焼速度の数値は、ISO817、ASHRAE34 において Class 2L (Lower Flammability) に判定するための閾値である 10cm/s を下回ることとされている。よって燃焼速度を判定基準のひとつとすることは有効であると考えられる。ただし、爆発範囲の場合と同様に、燃焼速度においても湿度による測定値への影響があり、湿度条件によっては 10cm/s を超えることを報告する文献があることが指摘された。

HFC-32 のような不活性ガスのうち特定不活性ガスと分類するガスについては、ISO817、ASHRAE34 において Class1 (No Flame Propagation) とその他ガスを判定する基準として、「101.3kPa、60℃の空気中において火炎伝ばを示さない」という判定があるため、このような判定基準を設けることが今後の検討課題として挙げられた。

昨年度報告書において、以下のとおり今後検討が必要な事項を挙げている。

#### 平成29年度報告書「今後検討が必要な事項」

##### (1) 燃焼速度、燃焼熱による判定方法に対する課題

判定基準に燃焼速度または燃焼熱を用いる場合には以下の事項の調査、検討が必要である。

##### 1) 燃焼速度の測定方法

燃焼速度の測定方法について規定を定める必要がある。測定方法については ISO 規格にはなっておらず、ISO817 の Annex C (informative) など、一部規格において参考情報として定められている程度である。

また、ハロゲン化率の高いガスは、測定雰囲気中の湿度が燃焼速度に大きな影響を与える（例えば、温度 60℃ 相対湿度 50% といった環境においては 10cm/s となる）ことが報告されている。本邦の環境を考慮した湿度条件で試験すること及びその影響をふまえた燃焼速度の独自の判定基準の設定を検討する必要がある。

##### 2) 判定基準

ISO817 と ASHRAE34 では難燃性の判断基準として燃焼速度だけでなく、一定条件下での火炎伝播発生の有無、爆発限界、燃焼熱の条件を組み合わせている。これら燃焼速度以外の条件についても必要とするか検討する必要がある。

##### (2) 法令における位置づけ、方向性の扱い

今後の方向性として、GWP の低い冷媒ガスを推進する観点から本件で直接議論されているような冷媒ガスを、その使用環境からも特に危険性が低いガスとして特定不活性ガスとするのか、その他のガスであっても同様の燃焼特性であるのなら同じく特定不活性ガスに分類するのか検討する必要がある。

例えば、アンモニアは爆発限界による可燃性ガスの定義には入らないが、掲名によって可燃性ガスに定義されている。可燃性ガスのうち、燃焼速度による判定基準によって可燃性ガスから除外し特定不活性ガスとする場合、判定の閾値によっては特定不活性ガスとなり得るガスである。

なお、アンモニアは可燃性ガスと定義されているガスであるため、基本的に可燃性ガスの技術基準が要求されるが、他の可燃性ガスに要求される電気設備の防爆性能は要求されない（一般則第6条第26号）という違いも存在している。

### 3.4 今年度の検討

「2. 可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準」とともに、4. に報告する。

#### 4. 「可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準」「特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」見直し案の検討

これまでの検討は、フルオロカーボンのガス分類（可燃性ガス、不活性ガス、特定不活性ガス）の判定基準設定（掲名でない）の要望とともに、フルオロカーボンの爆発限界の測定方法として過去の高圧ガス取締月報に示される試験方法が不明瞭である点が指摘されたことを受けて検討を行ってきた。

また、ガスの燃焼性においては、一般的に測定に用いる空気の湿度が高ければ燃えにくくなるものの、一部のフルオロカーボンにおいては、湿潤環境のほうが燃えやすくなることが確認された。

これらを受けて以下のとおり見直し案の方針とした。

- ・フルオロカーボンについては、ガス分類の判定基準を規定するとともに、その測定方法も明確化する。
- ・フルオロカーボン以外のガスは、ガス分類の変更は基本的に意図していないことから、改めて測定方法を示しつつも、法に関わる許認可等の運用への影響を配慮する。
- ・昨年度までの検討結果を踏まえ、フルオロカーボンの燃焼性に対する湿度条件を設ける。
- ・昨年度までの検討結果を踏まえ、フルオロカーボンの爆発限界の測定は EN 1839 (2017) の bomb method を標準とする。
- ・規格の新規作成、海外規格の転載（コピー）は困難であることから、特に測定方法については海外規格を参照先とする。
- ・測定方法が変われば測定値も変わることが予想される。仮に見直し案を用いることとしても、データ収集の必要性およびそのために一定の期間が必要なことを課題として提言。

なお、海外規格の調査結果は参考資料として巻末に記す。

##### 4.1 見直し案の考え方（全体概略）

- (1) 既存の高圧ガス保安法令に基づくガスの可燃性分類フローはそのままとする。
- (2) 特定不活性ガスに分類する対象はフルオロカーボン及びフルオロカーボンを含む混合ガスのみとする  
フルオロカーボン：第1段階：「可燃性ガス」または「不活性ガス」に分類  
第2段階：不活性ガスは「特定不活性ガス」または「特定不活性ガス以外の不活性ガス」に分類  
フルオロカーボン以外：「可燃性ガス」または「可燃性ガス以外のガス」に分類
- (3) 可燃性ガスの判定基準（ $LEL \leq 10\%$  または  $UEL - LEL \geq 20\%$ ）は既存法令のままとする。  
ただし、HFO-1234yf、HFO-1234ze(E) に相当するガス（特定不活性ガス）を除外する条件を設定する。（LEL、燃焼熱、燃焼速度）
- (4) 現在「特定不活性ガスではない不活性ガス」に分類されているものの、HFC-32 のように燃焼性を持つガスを「特定不活性ガス」とするための条件を設定する。（火炎伝ば試験）
- (5) (3) 及び (4) の「特定不活性ガス」の判定基準は、冷媒の分類基準である ISO817 (2014)、ASHRAE Standard 34 (2016) に準拠。（現在の掲名ガスが判定範囲内。）
- (6) 測定環境については、ISO817 (2014)、ASHRAE Standard 34 (2016) 準拠。
- (7) 爆発限界の測定方法については、一般的なガスの爆発限界測定基準である EN 1839 (2017) に準拠。フルオロカーボンはこれまで新 A 法案として検討を行った球形の密閉容器を用いる方法（“bomb” method）。フルオロカーボン以外のガスは、これに加えて円筒形の開放容器を用いる方法（“tube” method）も示す。
- (8) フルオロカーボン以外のガスは、分類の変更はない。そのため、標準の爆発限界の試験方法は示しつつも、従前の運用も可とするように配慮（例えば既知のガスは必ずしも改めて測定しなおす必要は無い）。

分類フロー概要を図 4-1 に示す。

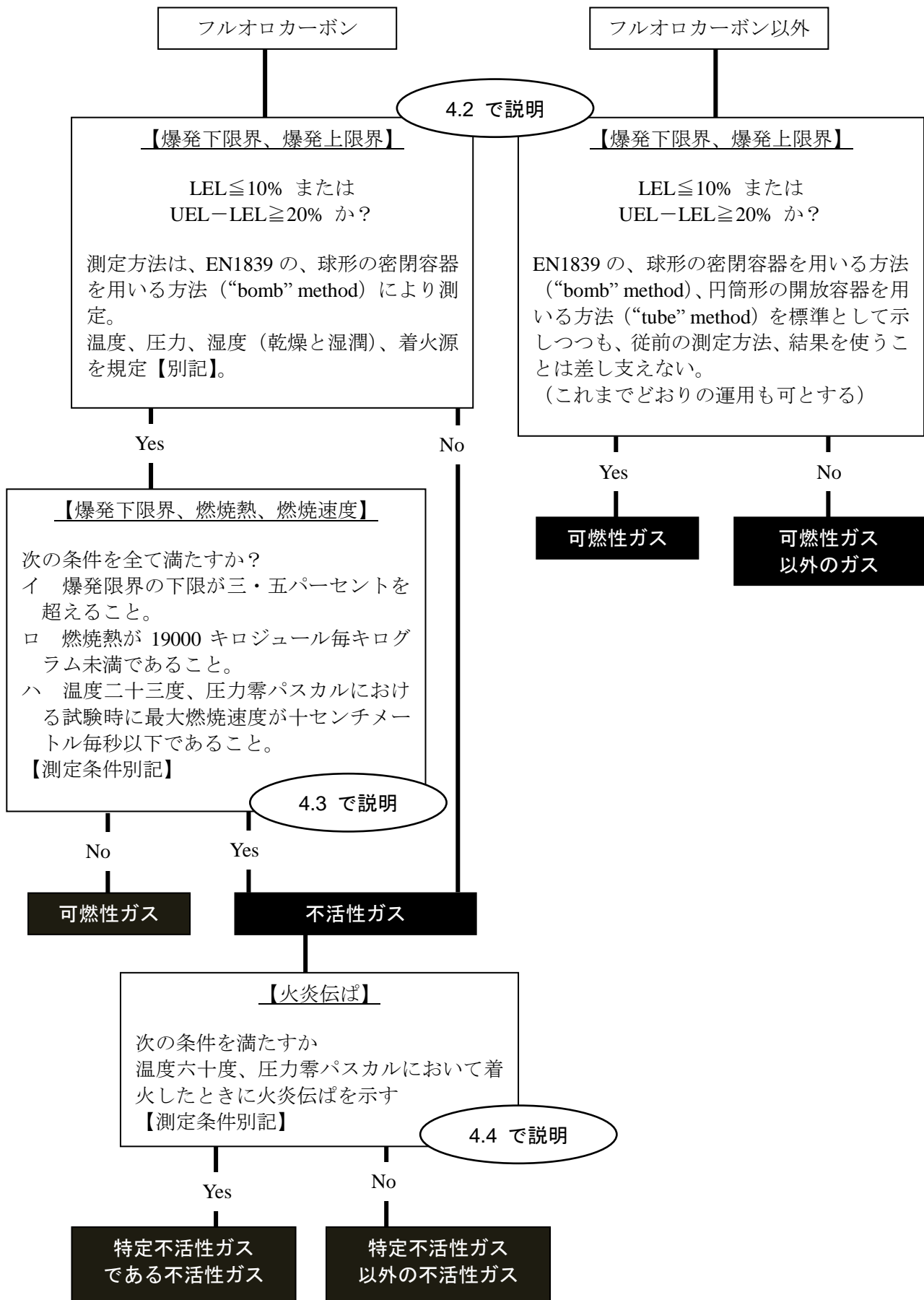


図 4-1 分類フローおよび条件

## 4.2 爆発限界の測定方法、条件

### 4.2.1 測定方法、条件案の理由

爆発限界の測定方法について、前述の高圧ガス取締月報における文書において、「なお、将来、JIS規格等が定められた場合には、それに移行する予定である」と記述されているが、国内では未だ規格化されていないのが現状である。

一方、海外には規格が存在する。仮に高圧ガス保安法関係法令や通達にそれらを基にした規定を作ることとしても、規格の引用の問題、その後のメンテナンスの問題などが課題となる。

フルオロカーボンについては、これまで検討してきた新A法案はEN1839(2017)のMethod B(“bomb” method)に準拠するものであるため、同装置を標準する。

測定環境については後述の特定不活性ガスの冷媒分類規格であるISO 817(2014)に準拠する温度、圧力、湿度条件とした。

なお、ISO 817(2014)にも爆発限界の測定装置が示されており、当該フラスコ形装置による方法は、半密閉容器で、燃焼による圧力上昇でフランジが持ち上がり、内圧が開放される構造である。しかし、これまでの検討で、当該装置による方法はフランジの基準がないため、装置によって開放される圧力が異なり、再現性が低いと指摘されたことから、測定装置については、昨年度に実験も実施したEN 1839(2017)準拠とすることとした。

また、着火源についてはこれまでの検討で溶断法には問題があると指摘されているため、火花放電による方法とした。

フルオロカーボン以外については、あらためて測定方法、温度、圧力条件について標準を示しつつも、これまでどおりの運用も可能であることを示すこととした。また、湿度の条件もこれまでどおり「乾燥空気」と表現するに止めることとした。

### 4.2.2 測定方法、条件案

#### (1) フルオロカーボンの測定方法、条件案

フルオロカーボンの測定方法、条件案を表4-1に示す。備考欄には引用元の規格の項目等を示す。

表4-1 フルオロカーボンの測定方法、条件案

測定方法、条件案	備考
<p>フルオロカーボンの爆発限界の測定条件</p> <p>爆発限界の測定にあたっては、EN 1839(2017) 4.3に示される、球形の密閉容器を用いる測定、判定方法(Method B)を標準とし、以下の条件にて実施すること。</p> <p>1. 測定温度 温度 <math>23.0 \pm 0.5</math> °C</p> <p>2. 圧力 <math>101.3 \pm 0.7</math> kPa (絶対圧力)</p> <p>3 環境湿度 測定に使用する空気の湿度は、(1) および (2) の条件によることとし、爆発下限界にあつては低い結果が得られた方を、上限界にあつては高い結果が得られたほうを採用する。 (1) 乾燥空気 (絶対湿度 0.15 g/kg 未満) (2) 温度 23°C、絶対圧力 101.3kPa における相対湿度 50%相当の湿度 (絶対湿度 <math>8.8 \pm 0.5</math> g/kg)</p> <p>4. 着火源 EN 1839(2017) 4.3 中の火花放電による方法を用いること。</p> <p>なお、適切な試験方法、条件およびその結果が得られているかを確認する場合には、「平成 29 年度 経済産業省委託 高圧ガス保安対策事業 (高圧ガス保安技術基準作成・運用検討) (1) 高圧ガスの燃焼性試験方法及び高圧ガスを利用した各種製品に関する法技術的</p>	<p>・装置、判定 EN 1839(2017) 4.3 Method B(“bomb” method)</p> <p>・温度、圧力 ISO 817(2014) 6.1.3. Flammability classification - General (温度、圧力の精度) Annex B (normative) B.1.8 Flammability test data required</p> <p>・湿度 ISO 817(2014) Annex B (normative) B.1 Flammability testing</p> <p>・着火源 EN 1839(2017) 4.3 Method B(“bomb” method) 4.3.3.2.2 Induction spark (4.3.3.2.3 Fuse wire は除外)</p>

課題の検討報告書」内の付録「高圧ガスの燃焼試験方法に関する試験」報告書」などが参考にできる。	
--	--

## (2) フルオロカーボン以外の測定方法、条件案

フルオロカーボン以外の測定方法、条件案を表 4-1 に示す。備考欄には引用元の規格の項目等を示す。

表 4-2 フルオロカーボン以外の測定方法、条件案

測定方法、条件案	備考
フルオロカーボン以外の爆発限界の測定条件	
<p>既知のガスについて、必ずしも測定し直す必要は無いが、今後測定する場合の標準は以下のとおりとする。</p> <p>爆発限界の測定にあたっては、EN 1839 (2017) 4.2 に示される円筒形の開放容器を用いる測定、判定方法 (Method T) または 4.3 に示される球形の密閉容器を用いる測定、判定方法 (Method B) を標準とし、以下の条件にて測定すること。</p> <p>1. 測定温度 温度 <math>23.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}</math></p> <p>2. 圧力 <math>101.3 \pm 0.7 \text{ kPa}</math> (絶対圧力)</p> <p>3. 環境湿度 乾燥空気</p> <p>4. 着火源 EN 1839 (2017) 4.2 または 4.3 中の火花放電による方法を用いること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・装置、判定 EN 1839 (2017) 4.2 Method T (“tube” method) 4.3 Method B (“bomb” method)</li> <li>・温度、圧力 ISO 817 (2014) 6.1.3. Flammability classification - General (温度、圧力の精度) Annex B (normative) B.1.8 Flammability test data required</li> <li>・湿度 (フルオロカーボン以外については、湿潤環境による測定は求めない)</li> <li>・着火源 EN 1839 (2017) 4.2 Method T (“tube” method) 4.2.3.2 Ignition source 4.3 Method B (“bomb” method) 4.3.3.2.2 Induction spark (4.3.3.2.3 Fuse wire は除外)</li> </ul>

## 4.3 可燃性ガスから特定不活性ガスを除外するための爆発下限界、燃焼熱、燃焼速度の測定方法、条件

### 4.3.1 測定方法、条件案の理由

冷媒の分類規格である ISO 817 (2014)、ASHRAE Standard 34 (2016) に準ずる測定条件とした。ただし、爆発限界の測定、判定方法については 4.2 と同じく EN 1839 (2017) に準ずることとした (同じく、温度、圧力、湿度条件等は ISO 817 (2014)、ASHRAE Standard 34 (2016) に準ずる)。

燃焼速度の測定方法については、ISO 817 (2014)、ASHRAE Standard 34 (2016) においては、乾燥空気のみが規定されているが、湿度条件の設定が検討されているという情報もあり、安全側の規定とするために湿潤条件についても設定する案とした。

### 4.3.2 測定方法、条件案

可燃性ガスから特定不活性ガスを除外するための爆発下限界、燃焼熱、燃焼速度の測定方法、条件案を表 4-3 に示す。備考欄には引用元の規格の項目等を示す。

表 4-3 可燃性ガスから除外するための爆発下限界、燃焼速度の測定条件及び燃焼熱の算定案

測定方法、条件案	備考
可燃性ガスから除外するための爆発下限界、燃焼速度の測定条件及	

び燃焼熱の算定	
<p>各物性値については、以下に示す条件で測定または算定した結果を用い、判断することとする。</p> <p>1. 爆発限界の下限  EN 1839 (2017) 4.3 に示される、球形の密閉容器を用いる測定、判定方法 (Method B) を標準とし、以下の条件にて実施すること。</p> <p>1.1. 測定温度  温度 23.0 ± 0.5 °C</p> <p>1.2. 圧力  101.3kPa ± 0.7 kPa (絶対圧力)</p> <p>1.3 環境湿度  測定に使用する空気の湿度は、(1) および (2) の条件によることとし、低い結果が得られた方を採用する。  (1) 乾燥空気 (絶対湿度 0.15 g/kg 未満)  (2) 温度 23°C、絶対圧力 101.3kPa における相対湿度 50%相当の湿度 (絶対湿度 8.8±0.5 g/kg)</p> <p>1.4. 着火源  火花放電による方法を用いること。</p> <p>2. 燃焼熱  温度 25°C、絶対圧力 101.3kPa における燃焼熱 (真発熱量) を、理論計算により算定する。</p> <p>3. 燃焼速度の測定  以下の条件で測定する。なお、測定方法については ISO 817 (2014) の 6.1.3.1 及び Annex C (informative) Method of test for burning velocity measurement of flammable gases による規定、または 6.1.3.1 の Note 1 内の注に示される方法による。</p> <p>3.1 測定温度、圧力  温度 23.0 ± 0.5°C、圧力 101.3 ± 0.7 kPa (絶対圧力)</p> <p>3.2 環境湿度  測定に使用する空気の湿度は、(1) および (2) の条件によることとし、速い結果が得られた方を採用する。  (1) 乾燥空気 (絶対湿度 0.15 g/kg 未満)  (2) 温度 23°C、絶対圧力 101.3kPa における相対湿度 50%相当の湿度 (絶対湿度 8.8±0.5 g/kg)</p> <p>なお、これらの規定は、可燃性を持つガスのうち、冷媒の安全度分類の規格である ISO 817 (2014) における Class 2L (Lower Flammability) に相当する燃焼性を有する冷媒ガスを判定するための規定である。測定方法については、これらの規格に準ずる。ただし、爆発限界の測定にあたっては、EN 1839 (2017) 4.3 に示される、球形の密閉容器 (Method B) を用いる方法に準ずることとする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・装置、判定  EN 1839 (2017)  4.3 Method B(“bomb” method)</li> <li>・温度、圧力  ISO 817 (2014)  6.1.3. Flammability classification - General (温度、圧力の精度)  Annex B (normative)  B.1.8 Flammability test data required</li> <li>・湿度  ISO 817 (2014)  Annex B (normative)  B.1 Flammability testing</li> <li>・着火源  EN 1839 (2017)  4.3 Method B(“bomb” method)  4.3.3.2.2 Induction spark (4.3.3.2.3 Fuse wire は除外)</li> <li>・燃焼熱  ISO 817 (2014)  6.1.3.7 Heat of combustion</li> <li>・燃焼速度  ISO 817 (2014)  6.1.3.1 Flammability classification (ただし、湿潤環境での測定は求められていない)  Annex C (円管による方法)  Note 1 内の注 (密閉容器による方法 (滝澤委員等の論文が参考文献として指定されている))</li> </ul>

#### 4.4 不活性ガスのうち特定不活性ガスを判定する火炎伝ば試験

##### 4.4.1 測定条件案の理由

冷媒の分類規格である ISO 817 (2014)、ASHRAE Standard 34 (2016) に準ずる測定条件とした。

##### 4.4.2 測定方法、条件案

不活性ガスのうち特定不活性ガスを判定する火炎伝ば試験案を表 4-4 に示す。備考欄には引用元の規格の項目等を示す。

表 4-4 不活性ガスのうち特定不活性ガスを判定する火炎伝ば試験案

測定方法、条件案	備考
<p style="text-align: center;">火炎伝ば試験の条件</p> <p>火炎伝ばが発生することの有無の確認には、以下の装置を用いることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ EN 1839 (2017) 4.2 に示される円筒形の開放容器を用いる方法 (Method T) または 4.3 に示される球形の密閉容器を用いる方法 (Method B)</li> <li>・ ISO 817 (2014) Annex B 及び ASHRAE Standard 34 (2016) Appendix B に示されるフラスコ型の容器を用いる方法</li> </ul> <p>測定条件は以下のとおりとする。</p> <p>1.1. 測定温度 温度 60.0 ± 0.5 °C</p> <p>1.2. 圧力 101.3kPa ± 0.7 kPa (絶対圧力)</p> <p>1.3 環境湿度 測定に使用する空気の湿度は、(1) および (2) の条件による。</p> <p>(1) 乾燥空気 (絶対湿度 0.15 g/kg 未満)</p> <p>(2) 温度 23°C、絶対圧力 101.3kPa における相対湿度 50%相当の湿度 (絶対湿度 8.8±0.5 g/kg)</p> <p>なお、これらの規定は、冷媒の安全度分類の規格である ISO 817 (2014)、における Class 1 (No Flame Propagation) と Class 2 L (Lower Flammability) に相当する燃焼性を有する冷媒ガスを判定するための規定である。</p>	<p>・ 温度、圧力 ISO 817 (2014) 6.1.3. Flammability classification - General (温度、圧力の精度) Annex B (normative) B.1.8 Flammability test data required</p> <p>・ 湿度 ISO 817 (2014) Annex B (normative) B.1 Flammability testing</p>

## 4.5 関係法令への対応試案

### 4.5.1 現状の法令概要

現状、大きく分けて技術基準関連の規定と製造許可基準関連の規定の2つのルートへの対応の必要がある。

表 4-5 関係法令の概要

技術基準関連の規定 一般則 (コンビ則、冷凍則概ね同じ) (容器則は特定不活性ガス無し)	製造許可基準関連の規定 政令 → 一般則 → 製造細目告示
<p style="text-align: center;"><u>一般高圧ガス保安規則</u></p> <p>(用語の定義) 第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。</p> <p>一 <u>可燃性ガス</u> アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン (中略) 、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであって次のイ又はロに該当するもの(フルオロオレフィン千二百三十四 yf 及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze を除く。)</p> <p>イ 爆発限界(空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。)の下限が十パーセント以下のもの</p> <p>ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">はじめに「可燃性ガス」を定義</div> <p>(中略)</p> <p>四 <u>不活性ガス</u> ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素又はフルオロカーボン(可燃性ガスを除く。)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">フルオロカーボンについては、「可燃性ガス」以外が「不活性ガス」と定義</div> <p>四の二 <u>特定不活性ガス</u> 不活性ガスのうち、次に掲げるもの</p> <p>イ フルオロオレフィン千二百三十四 yf</p> <p>ロ フルオロオレフィン千二百三十四 ze</p> <p>ハ フルオロカーボン三十二</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">「不活性ガス」のうち「特定不活性ガス」となるものを定義</div>	<p style="text-align: center;"><u>高圧ガス保安法施行令</u></p> <p>第三条【抜粋】 -----&lt;抜粋始め&gt;----- ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、フルオロカーボン(難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準に適合するものに限る。)又は空気(以下「第一種ガス」という。) -----&lt;抜粋終り&gt;-----</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">省令に定める「燃焼性の基準」に適合する必要があることを規定</div> <p style="text-align: center;"><u>一般高圧ガス保安規則</u></p> <p>(燃焼性の基準) 第一百条 令第三条表第一号上覧の経済産業省令で定める燃焼性の基準は、次の各号のいずれかに該当することとする。</p> <p>一 次のイ及びロのいずれにも該当しないこと。</p> <p>イ 爆発限界の下限が十パーセント以下のもの</p> <p>ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの</p> <p>二 <u>ガスと着火源との接触を維持しない限り火炎が認められないこと</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">「燃焼性の基準」を示している。</div> <p style="text-align: center;"><u>製造細目告示</u></p> <p>(燃焼性の基準を満たすフルオロカーボン) 第十五条 一般高圧ガス保安規則第一百条第二号に規定する燃焼性の基準を満たすフルオロカーボンは、次のとおりとする。</p> <p>一 フルオロオレフィン千二百三十四 yf</p> <p>二 フルオロオレフィン千二百三十四 ze</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">上記2ガスは燃焼性の基準を満たすことが具体名で示される</div>
4.5.2 に対応試案を示す。	4.5.3 に対応試案を示す。

### 4.5.2 技術基準関連の規定への対応試案

表 4-6 に、現行法令と改正試案を示す(一般則関係のみ)。

表 4-6 技術基準関連規定への対応試案

	試案	現行
一般高圧ガス 保安規則	<p>(用語の定義)</p> <p>第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。</p> <p>一 可燃性ガス アクリロニトリル、アクロレイン、 [中略] メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであって次のイ又はロに該当するもの（フルオロオレフィン千二百三十四 <u>yf</u>、フルオロオレフィン千二百三十四 <u>ze</u> <u>及びフルオロカーボンであって経済産業大臣が定めるものを除く。</u>）</p> <p>イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が十パーセント以下のもの</p> <p>ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの</p> <p>[中略]</p> <p>四 不活性ガス ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素又はフルオロカーボン（可燃性ガスを除く。）</p> <p>四の二 特定不活性ガス 不活性ガスのうち、<u>フルオロカーボンであつて、温度六十度、圧力零パスカルにおいて着火したときに火炎伝ばを示すもの</u></p>	<p>(用語の定義)</p> <p>第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。</p> <p>一 可燃性ガス アクリロニトリル、アクロレイン、 [中略] メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであって次のイ又はロに該当するもの（フルオロオレフィン千二百三十四 <u>yf</u> <u>及びフルオロオレフィン千二百三十四 ze</u> を除く。）</p> <p>イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が十パーセント以下のもの</p> <p>ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの</p> <p>[中略]</p> <p>四 不活性ガス ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素又はフルオロカーボン（可燃性ガスを除く。）</p> <p>四の二 特定不活性ガス 不活性ガスのうち、<u>次に掲げるもの</u></p> <p>イ <u>フルオロオレフィン千二百三十四 yf</u></p> <p>ロ <u>フルオロオレフィン千二百三十四 ze</u></p> <p>ハ <u>フルオロカーボン三十二</u></p> <p>[新設]</p>
製造細目告示	<p>第 x 条 一般高圧ガス保安規則第二条第一号（<u>コンビ則、冷凍則、容器則の該当条号も列記</u>）で定めるガスは次の各号のいずれにも該当するものとする。</p> <p>イ <u>爆発限界の下限が三・五パーセントを超えること。</u></p> <p>ロ <u>燃焼熱が 19000 キロジュール毎キログラム未満であること。</u></p> <p>ハ <u>温度二十三度、圧力零パスカルにおける試験時に最大燃焼速度が十センチメートル毎秒以下であること。</u></p>	<p>[新設]</p>

#### 4.5.3 製造許可基準関連の規定への対応案

表 4-7 に、現行法令と改正試案を示す。

表 4-7 製造許可基準関連規定への対応試案

	試案	現行						
高圧ガス保安法施行令	[現行から変更なし]	<p>(政令で定めるガスの種類等)</p> <p>第三条 法第五条第一項第一号の政令で定めるガスの種類は、一の事業所において次の表の上欄に掲げるガスに係る高圧ガスの製造をしようとする場合における同欄に掲げるガスとし、同号の政令で定める値は、同欄に掲げるガスの種類に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げるとおりとする。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ガスの種類</th> <th>値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一 ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、フルオロカーボン（難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準に適合するものに限る。）又は空気（以下「第一種ガス」という。）</td> <td>三百立方メートル</td> </tr> <tr> <td>二 第一種ガス及びそれ以外のガス</td> <td>百立方メートルを超え三百立方メートル以下の範囲内において経済産業省令で定める値</td> </tr> </tbody> </table>	ガスの種類	値	一 ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、フルオロカーボン（難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準に適合するものに限る。）又は空気（以下「第一種ガス」という。）	三百立方メートル	二 第一種ガス及びそれ以外のガス	百立方メートルを超え三百立方メートル以下の範囲内において経済産業省令で定める値
ガスの種類	値							
一 ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、フルオロカーボン（難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準に適合するものに限る。）又は空気（以下「第一種ガス」という。）	三百立方メートル							
二 第一種ガス及びそれ以外のガス	百立方メートルを超え三百立方メートル以下の範囲内において経済産業省令で定める値							
一般高圧ガス保安規則	<p>(燃焼性の基準)</p> <p>第一百条 令第三条表第一号上覧の経済産業省令で定める燃焼性の基準は、次の各号のいずれかに該当することとする。</p> <p>一 次のイ及びロのいずれにも該当しないこと。</p> <p>イ 爆発限界の下限が十パーセント以下のもの</p> <p>ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの</p> <p>二 次のイからハのいずれにも該当すること。</p> <p>イ 爆発限界の下限が三・五パーセントを超えること。</p> <p>ロ 燃焼熱が 19000 キロジュール毎キログラム未満であること。</p> <p>ハ 温度二十三度、圧力零パスカルにおける試験時に最大燃焼速度が十センチメートル毎秒以下であること。</p> <p>三 フルオロオレフィン千二百三十四 yf</p> <p>四 フルオロオレフィン千二百三十四 ze</p>	<p>(燃焼性の基準)</p> <p>第一百条 令第三条表第一号上覧の経済産業省令で定める燃焼性の基準は、次の各号のいずれかに該当することとする。</p> <p>一 次のイ及びロのいずれにも該当しないこと。</p> <p>イ 爆発限界の下限が十パーセント以下のもの</p> <p>ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの</p> <p>二 <u>ガスと着火源との接触を維持しない限り火災が認められないこと</u></p>						
製造細目告示	[削除]	<p>(燃焼性の基準を満たすフルオロカーボン)</p> <p>第十五条 一般高圧ガス保安規則第一百条第二号に規定する燃焼性の基準を満たすフルオロカーボンは、次のとおりとする。</p> <p>一 フルオロオレフィン千二百三十四 yf</p> <p>二 フルオロオレフィン千二百三十四 ze</p>						

なお、各事項の測定方法、条件については、表 4-1 から表 4-4 に示した内容を通達等で示すことにより対応する案とする。

#### 4.6 まとめ、課題等

これまでの調査、検討結果をもとに、4. に示した方針および、4.1 に示した見直し案の考え方をもち、爆発限界の測定方法、条件（4.2）、可燃性ガスから特定不活性ガスを除外するための爆発下限界、燃焼熱、燃焼速度の測定方法、条件（4.3）、不活性ガスのうち特定不活性ガスを判定する火炎伝ば試験（4.4）をとりまとめた。

また、高圧ガス保安法令への対応試案（4.5）を作成した。

フルオロカーボンについて、これまで特定不活性ガスは関係法令への掲名により分類されていたが、本試案が運用されることにより物性により判断することができるようになることが期待される。

一方、本試案による運用がなされると、フルオロカーボンを含むガスの許認可申請においては、従来特定不活性ガスでない不活性ガスであったガスであっても、改めて特定不活性ガスに該当するか否かを、申請者は申請先の行政に対して証明をする必要が生ずることとなる。行政においては、申請者あるいは冷媒メーカーによる証明が妥当であるかを個別に判断することは困難であることが予想される。公益的第三者機関によって、本試案によって測定された結果が妥当であるかが判断されて公表されれば、自治体はその情報を参照することでこの問題は解決すると考えられる。日本冷凍空調学会などの第三者による評価制度の充実が期待される。

また、運用を開始するまでに、現在流通しているフルオロカーボンを含め、新たな測定方法による試験が、本件の要望のあった冷媒関係業界を中心に実施され、データが整備されることが必要となる。

## 5. 高圧ガスを利用した各種製品の法技術的課題の検討

### 5.1 調査内容（再掲）

高圧ガスを利用した製品、機器類には様々なものがあり、その利便性等から、特別の知識を有しない一般の利用者も含め広く利用されている。平成 28 年 11 月の政令改正により、リスクの小さい高圧ガス利用製品について適用除外とするための政令改正を行い一部措置したところであるが、高圧ガスを利用した製品、機器類等は次々に新たなものが開発され、製品化されている。これらの製品、機器類については高圧ガスの製造や、移充填等を行うものの、高圧ガスとしてのリスクが小さく、現行の高圧ガス保安法令で規制しなくても公共の安全の確保が可能であると考えられるものも少なからずあると考えられる。これらの製品、機器類について、できる限り情報を収集し、適用除外措置を含め、適用される技術基準や運用解釈の明確化、高圧ガス設備の範囲、技術基準の追加や見直しなどの法技術的課題や国際的な動向を踏まえた検討が必要である。また、既に適用除外としている製品類について、適用除外要件の遵守状況等について調査を行う。

調査にあたっては、高圧ガス保安法では「高圧ガスの製造」についての裾切り値の設定の必要性を含め、これらの製品、機器類に利用されるガスの種類や圧力、製品の形態、構造、貯蔵や販売等の状況を踏まえ、製造事業者、輸入業者等からの聞き取りや資料収集等により諸外国で適用されている基準、規制を調査し、高圧ガス保安法の位置づけ等を検討、整理する。

なお、本調査における対象規制項目、対象品は高圧ガス保安室と協議して定めることとする。

### 5.2 高圧ガスを利用した各種製品の法技術的課題の検討

高圧ガス移動時の警戒標について、課題が提起されていることから検討を行った。

また、平成 28 年 11 月 1 日施行の法令改正により、圧力・内容積が一定以下であることなどの条件を満たし、災害の発生のおそれの低いものが、新たに法の適用除外となった（分析機器、エアバック発生器、空気銃・準空気銃等）。この改正で適用除外されたものに類似する高圧ガスを利用した製品について、規制の緩和について検討を行う。

平成 28 年度の本事業において、要望等をもとに試案を作成したところであるが、現況等を考慮しつつ、再度検討することとする。

#### 5.2.1 一般高圧ガス保安規則等に示される、高圧ガス移動車両の警戒標

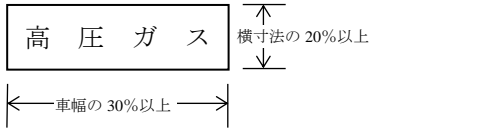
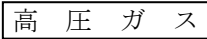
一部の適用除外の場合を除き、高圧ガスを移動する場合には車両の見やすい箇所に警戒標を掲げることと規定されている（高圧ガス保安法第 23 条に基づく、一般高圧ガス保安規則第 49 条等）。

この規則に基づく例示基準においては、車両に掲げるべき警戒標の例示がされているが、金属板と指定されていること、現在廃止されている JIS に基づく色が指定されていることなど、実態に合わない指摘されている。

よって、実態に即し、ユーザー及び行政等にとって適合範囲が共通に認識できるような例示試案を検討することとしたい。

試案を表 5-1 に示す（一般則のみ。液石則にも同様の例示が示されている）。

表 5-1 高圧ガス移動車両の警戒標例示基準改正試案

改正試案	現行
<p>一般高圧ガス保安規則関係例示基準（抜粋）</p>	<p>一般高圧ガス保安規則関係例示基準（抜粋）</p>
<p>[前略]</p>	<p>[前略]</p>
<p>1. 境界線・警戒標等標識</p>	<p>1. 境界線・警戒標等標識</p>
<p>[中略]</p>	<p>[中略]</p>
<p>4. 高圧ガスを移動する車両の警戒標は、次の各号の基準によるものとする。</p>	<p>4. 高圧ガスを移動する車両の警戒標は、次の各号の基準によるものとする。</p>
<p>4.1 警戒標は、車両の前方及び後方から明瞭に見える場所に掲げること。</p>	<p>4.1 警戒標は、車両の前方及び後方から明瞭に見える場所に掲げること。</p>
<p>この場合、警戒標は、車両の前部及び後部の見やすい場所に掲げること。ただし、小型の車両にあっては、両面標示のものを運転台の屋根の付近の見やすい場所に掲げることができる。</p>	<p>この場合、警戒標は、車両の前部及び後部の見やすい場所に掲げること。ただし、小型の車両にあっては、両面標示のものを運転台の屋根の付近の見やすい場所に掲げることができる。</p>
<p>4.2 警戒標は、次に掲げるいずれかの大きさとする。</p>	<p>4.2 警戒標は、横寸法を車幅の 30%以上、縦寸法を横寸法の 20%以上の長</p>
<p>4.2.1 形状を長方形とする場合は、横寸法を車幅の 30%以上、縦寸法を横寸法の 20%以上。</p>	<p>方形とし、黒地の金属板に日本工業規格 K5673(1967)安全色彩用蛍光塗料の蛍光黄による文字で「高圧ガス」と記載したものを標準とする。ただし、正方形又は正方形に近い形状の警戒標を用いる場合には、その面積を 600cm<sup>2</sup>以上とすること。</p>
<p>4.2.2 正方形または正方形に近い形状とする場合は、面積を 600cm<sup>2</sup>以上。</p>	<p>(新設)</p>
<p>4.3 警戒標は、黒地に黄赤（オレンジ）または黄（それぞれ蛍光又は反射色を含む）の明瞭に見える文字で「高圧ガス」と記載したものであること。</p>	<p>標示の参考例</p>
<p>標示の参考例</p>	<p>標示の参考例</p>
	
<p>(面積 600cm<sup>2</sup>以上)</p>	<p>[後略]</p>
<p>[後略]</p>	<p>[後略]</p>

## 5.2.2 分析機器と同様に内容積が小さい製品に対する対応

### (1) 平成 28 年度試案

#### 検討対象

- PET<sup>4</sup>用サイクロトロン
- 研究施設等で少量の高圧ガスを用いた処理等を行う機器装置類（超臨界乾燥装置等）
- 遺伝子導入装置

表 5-2 政令関係告示改正のための試案（H28 報告書）

H28 年度報告書中の試案	現行
<p><b>高圧ガス保安法施行令関係告示</b>            第四条の二 令第二条第三項第九号の経済産業大臣が定めるものは、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 分析機器内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</p> <p>イ <u>内容積が百ミリリットル以下(不活性ガス及び空気にあつては三百ミリリットル以下)</u>であること。</p> <p>ロ 使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</p> <p>二～七 (略)</p> <p>八 ○○機器内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</p> <p>イ <u>内容積が百ミリリットル以下(不活性ガス及び空気にあつては三百ミリリットル以下)</u>であること。</p> <p>ロ <u>使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</u></p>	<p><b>高圧ガス保安法施行令関係告示</b>            第四条の二 令第二条第三項第九号の経済産業大臣が定めるものは、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 分析機器内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</p> <p>イ 内容積が百ミリリットル以下であること。</p> <p>ロ 使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</p> <p>二～七 (略)</p> <p><u>(新設)</u></p>

### (2) 見直し

PET 用サイクロトロンについては、対象とする装置が一定の使用実績があり、人が立ち入らない場所で運転され、また装置周りは遮蔽された構造となっている。

他の 2 装置については、対象とする装置が明確でなく、使用実績等も不明である。

PET 用サイクロトロンについて、容積を一定以下として適用除外とする試案とすることとする。

なお、より対象範囲を明確化するために日本核医学会ご担当者より、名称を「陽電子断層撮影用放射性同位元素の製造のために医療機関に設置されたサイクロトロン」と提案があったため、その名称を入れた試案とする。

表 5-3 政令関係告示改正のための試案

試案	H28 年度報告書中の試案	現行
<p><b>高圧ガス保安法施行令関係告示</b>            第四条の二 令第二条第三項第九号の経済産業大臣が定めるものは、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 分析機器内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</p> <p>イ <u>内容積が百ミリリットル以下(不活性ガス及び空気にあつては三百ミリリットル以下)</u>であること。</p>	<p><b>高圧ガス保安法施行令関係告示</b>            第四条の二 令第二条第三項第九号の経済産業大臣が定めるものは、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 分析機器内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</p> <p>イ <u>内容積が百ミリリットル以下(不活性ガス及び空気にあつては三百ミリリットル以下)</u>であること。</p>	<p><b>高圧ガス保安法施行令関係告示</b>            第四条の二 令第二条第三項第九号の経済産業大臣が定めるものは、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 分析機器内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</p> <p>イ 内容積が百ミリリットル以下であること。</p>

<sup>4</sup> Positron Emission Tomography

<p>ロ 使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</p> <p>二～七 (略)</p> <p>八 <u>陽電子断層撮影用放射性同位元素の製造のために医療機関に設置されたサイクロトロン内における高圧ガスであって、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</u></p> <p>イ <u>内容積が百ミリリットル以下（不活性ガス及び空気にあつては三百ミリリットル以下）であること。</u></p> <p>ロ <u>使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</u></p>	<p>ロ 使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</p> <p>二～七 (略)</p> <p>八 <u>〇〇機器内における高圧ガスであつて、次のイ及びロのいずれにも該当するもの。</u></p> <p>イ <u>内容積が百ミリリットル以下（不活性ガス及び空気にあつては三百ミリリットル以下）であること。</u></p> <p>ロ <u>使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</u></p>	<p>ロ 使用時におけるガスの圧力が設計圧力を超えない構造であること。</p> <p>二～七 (略)</p> <p><u>(新設)</u></p>
--	---	---

### 5.2.3 貯蔵所の貯蔵量の合算

特に状況変化等ないため、当時の試案のままでよいと考える。

表 5-4 基本通達改正のための試案

H28 年度報告書中の試案	現行
<p><b>高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について (内規)</b></p> <p>(1) 高圧ガス保安法及び保安法施行令の運用及び解釈について</p> <p>I. 高圧ガス保安法関係 第 16 条関係 (貯蔵所)</p> <p>(1) (略)</p> <p>① <u>消火設備内高圧ガスについては、設備が配管によって接続されている場合のみ合算する。ただし、高圧ガスでない流体が通る配管によって複数の容器が接続されている場合であつて、接続された容器同士が互いに影響を与えない措置を講じている場合は、本項において設備が配管によって接続されていないものとして扱つてもよいこととする。</u></p> <p>② 消火設備内高圧ガス以外の高圧ガスについては、次のいずれかの場合に合算する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備が配管によって接続されている場合。<u>ただし、高圧ガスでない流体が通る配管によって複数の容器が接続されている場合であつて、接続された容器同士が互いに影響を与えない措置を講じている場合は、本項において設備が配管によって接続されていないものとして扱つてもよいこととする。</u></li> <li>・設備が配管によって接続されないときであつて次の場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 容器以外の貯蔵設備と容器以外の貯蔵設備又は容器と容器以外の貯蔵設備との間が 30 m 以下である場合</li> <li>(ii) 容器と容器との間が 2.2.5 m (次のイ及びロの場合にあつては、それぞれに示す距離) 以下である場合</li> </ul> </li> </ul> <p>イ、ロ (略)</p> <p>(2) (略)</p>	<p><b>高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について (内規)</b></p> <p>(1) 高圧ガス保安法及び保安法施行令の運用及び解釈について</p> <p>I. 高圧ガス保安法関係 第 16 条関係 (貯蔵所)</p> <p>(1) (略)</p> <p>① 消火設備内高圧ガスについては、設備が配管によって接続されている場合のみ合算する。</p> <p>② 消火設備内高圧ガス以外の高圧ガスについては、次のいずれかの場合に合算する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備が配管によって接続されている場合</li> <li>・設備が配管によって接続されないときであつて次の場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 容器以外の貯蔵設備と容器以外の貯蔵設備又は容器と容器以外の貯蔵設備との間が 30 m 以下である場合</li> <li>(ii) 容器と容器との間が 2.2.5 m (次のイ及びロの場合にあつては、それぞれに示す距離) 以下である場合</li> </ul> </li> </ul> <p>イ、ロ (略)</p> <p>(2) (略)</p>

### 5.2.4 適用除外となった分析機器の内容積の扱い

特に状況変化等ないため、当時の試案のままでよいと考える。

表 5-5 基本通達改正のための試案

H28 年度報告書中の試案	現行
<p>高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）</p> <p>（1）高圧ガス保安法施行令関係告示の運用及び解釈について</p> <p>第4条の2関係</p> <p>（1）第1号イ中「分析機器内」とは、ガス供給源（貯槽、容器）出口から分析機器内までとし、ガス供給源から分析機器までの配管等も含むものとする。ただし、ガス供給源と分析機器の間にバルブ等により緊急時にガスの供給を遮断する措置が講じられている場合であって、かつ、他の製造設備の機能に支障を及ぼすおそれのないものにあつては、遮断するためのバルブ等から分析機器内までとすることができる。また、配管等により複数の分析機器を連結して設置している場合であっても同様に各遮断するためのバルブから分析機器内までとすることができる。</p> <p>（2）（略）</p> <p>（3）（略）</p> <p>（4）（略）</p>	<p>高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）</p> <p>（1）高圧ガス保安法施行令関係告示の運用及び解釈について</p> <p>第4条の2関係</p> <p>（新設）</p> <p>（1）（略）</p> <p>（2）（略）</p> <p>（3）（略）</p>

### 5.3 法適用除外の製品類に関する適用除外要件の遵守状況等調査

#### 5.3.1 対象製品類

平成 28 年 11 月の法改正により、法の適用除外となった製品類の一つに、一定要件を満たす、冷凍設備へ高圧ガスを充填するための設備がある。本件においては、これらの製品類についての調査を実施した。関係法令を以下に示す。

<p>高圧ガス保安法</p> <p>[前略]</p> <p>（適用除外）</p> <p>第三条 この法律の規定は、次の各号に掲げる高圧ガスについては、適用しない。</p> <p>[中略]</p> <p>八 その他災害の発生のおそれがない高圧ガスであつて、政令で定めるもの</p> <p>[後略]</p>
<p>高圧ガス保安法施行令</p> <p>[前略]</p> <p>（適用除外）</p> <p>第二条 法第三条第一項第四号の政令で定める設備は、<u>ガスを圧縮、液化、その他の方法で処理する設備</u>とする。</p> <p>[中略]</p> <p>3 法第三条第一項第八号の政令で定める高圧ガスは、次のとおりとする。</p> <p>[中略]</p> <p>九 第一項に規定する設備内における高圧ガスであつて、当該設備内のガスの容積（温度零度、圧力零パスカルの状態に換算した容積をいう。）が〇・一五立方メートル以下のもののうち、経済産業大臣が定めるもの（第一号から第四号まで及び第六号から前号までに掲げるものを除く。）</p> <p>[後略]</p>
<p>高圧ガス保安法施行令関係告示</p> <p>[前略]</p> <p>第四条の二 令第二条第三項第九号の経済産業大臣が定めるものは、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>[中略]</p> <p>七 冷凍設備へ高圧ガスを充填するための設備内における高圧ガスであつて、充填するガスが二酸化</p>

炭素又はフルオロカーボン（不活性ガスに限る。）であること。

【後略】

高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）

【前略】

(11) 高圧ガス保安法施行令関係告示の運用及び解釈について  
第4条の2関係

【中略】

(3) 第7号中「高圧ガスを充填するための設備」とは、冷凍設備に高圧ガスを充填するためのゲージマニホールド、減圧弁、バルブ、ホース等の設備（圧縮機を除く。）をいう。容器則容器から当該設備を用いて冷凍設備に充填する場合は製造の届出は不要とするが、容器則容器内の高圧ガスを販売する場合は、販売届は必要となる。

【後略】

### 5.3.2 調査結果

#### (1) 一般社団法人 日本冷凍空調設備工業連合会

一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会（以下「日設連」）は、冷凍空調設備業者の企業基盤を安定させ、技術革新に対応する諸施策を効率的に推進するなどの設備業者の体制強化を図り、業界の健全な発展を目指すとともに、わが国経済の発展と国民生活の向上に貢献することを目的とした団体である。その会員は、主に冷凍空調設備業者であり、3300社を超える会員を有している。<sup>5</sup>

本件調査に関する事項として、日設連では「業務用冷凍空調設備 フロン類充填ガイドライン JRC-GL-02:2017」を策定している<sup>6</sup>。本ガイドラインでは、フロン類を充填するにあたっての法的な要求事項から、充填作業方法に関する事項、充填設備の取扱いや管理に関する事項、漏えい点検に関する事項などを示している。

また、本ガイドライン内の附属書B「充填設備の基準」においては、前記の適用除外となる法令および通達に基づく充填設備の範囲や許容容積について解説しており、主な冷媒（フルオロカーボン）について、適用除外となる範囲の充填設備内の冷媒量および許容容積を示している。また、許容容積を基にした、管の許容長さも示している。

本ガイドラインは、日設連の Web サイトにも公表されており、会員団体をはじめとする冷凍空調設備業者への啓発を行っていることが伺われる。

ヒアリング調査において、ゲージマニホールドをはじめとする器具類の製造、販売を行う企業の製品カタログにおいて、同ガイドラインの対応品であることを示しているような例があることを伺った。

また、一般的な冷媒充填の現場であれば、特に意識せずとも適用除外の範囲内での作業となるとのことであるが、今後も（適用除外でなければ本来高圧ガスの製造として規制となるような行為であることを）啓発していく趣旨のお話を伺った。

#### (2) A 社（充填設備製造、販売企業）

本調査対象の適用除外となった、冷媒充填設備について、業界での取り組みや個社での対応について、ご担当者にお話を伺った。

- A 社で販売している、フロン類を冷凍設備に充填するゲージマニホールド及びホースは、日設連の「JRC GL-02:2017 業務用冷凍空調設備フロン類充填ガイドライン」に対応する商品について、カタログなどでその旨を記載しているところ。
- ガイドラインへの対応については、適合していることの検証をしており、法適用除外の範囲でのホースの最大使用可能長さも確認している。
- 検証結果を適用除外証明書として作成・発行しており、求めがあれば見せられる状態としている。
- 現実的には空調関係では 1m の長さのホースを 3 本、冷凍関係では 1.5m の長さのホースを 3 本使うのが主であり、法適用となる相当ホース長さまでは相当余裕がある。

<sup>5</sup> [http://www.jarac.or.jp/about/about\\_jarac.html](http://www.jarac.or.jp/about/about_jarac.html)

<sup>6</sup> [http://www.jarac.or.jp/business/cfc\\_leak/guideline.html](http://www.jarac.or.jp/business/cfc_leak/guideline.html)

- CO<sub>2</sub> の充填設備については、日設連のガイドラインでは対象ではないものの、法適用除外について同様に検証を行っている。
- ユーザーから改めて適用除外であることの確認や証明を求められることはほとんどないものの、元々規制がかかっていたような製品、行為であることを元に注意事項などを説明している。

本調査の直接の対象ではないが、以下の情報、法への要望等も伺ったため、報告する。

- フロン排出抑制法により、空調、冷凍機器に対して点検が義務化されたところではあるが、サービス機器も同様に点検が必要であると考えており、展開しているところ。「冷凍空調サービス工具簡易点検マニュアル」を作成し、点検、取扱について提案している。例えば、マニホールドのゲージのチェック、フロン回収装置の過充填防止機能のチェック、チャージングホースの5年以内交換や、真空ポンプのオイルの交換、などを説明しており、日設連の先述のガイドラインにも採用されている。
- 法適用除外となるフルオロカーボン回収装置も販売しており、これについては自主検査証明書を発行している。
- 回収装置とともに必要となる容器については、その所有者はメーカー（A社）のままとしている。容器再検査の期限については、回収業者が回収したフロンを充填した容器をフロン破壊業者に持込む際に、フロン破壊業者により確認受けているところ。
- 高压法適用除外となる、施行令関係告示第2条のフルオロカーボン回収装置は、その対象となるガスが不活性ガスであるフルオロカーボンである。不活性ガスの定義は一般則の定義としているため、新しい冷媒が出てきても不活性ガスであると判定されれば、この告示第2条の対象となりえる。
- 一方、この回収装置につなぐ接合容器については、容器則の容器である必要があり、一般的にFC3容器が使われているが、FC3容器に充填できるガスは、具体的ガス名が容器則に掲名されており、新たな冷媒が出てきてもFC3容器に充填することができず、個別の容器を用意する必要がでてくる。
- FC3容器に充填することができるガスについて、新たな冷媒が出てきた際にも充填可能となるように要望。

### (3) B社（充填設備製造、販売企業）

本調査対象の適用除外となった、冷媒充填設備について、業界での取り組みや個社での対応について、ご担当者にお話を伺った。

- 法令改正により、冷凍設備への充填については明確に適用除外となったところであるが、フロンの充填については元々規制を受けていたという認識がユーザー側に薄いような状況のため、啓発を図っている。
- 販売代理店向けの勉強会などで、法適用除外要件について説明をしている。
- フロンの充填は昔から行われてきていたところだが、CO<sub>2</sub>が冷媒として使われるようになったころ、圧力が高いことからCO<sub>2</sub>充填については届出等の法令対応が必要であると、業界で啓発していた経緯がある。
- 冷媒充填時には、冷媒の充填量が重要な確認事項であるため、長いホースを使うことは考えられず、実態的に法適用除外要件の範囲内で使われることとなる。長いホースも販売しているが、これは冷媒の回収をするときに使用するもの。
- 製品カタログでは巻末資料でフロン回収抑制法の解説や、高压ガスの移動の技術基準などを説明しているが、今後、本件の適用除外要件についても今後説明を入れることも検討したい。

本調査の直接の対象ではないが、以下の情報、法への要望等も伺ったため、報告する。

- 冷凍設備に冷媒を充填するためのゲージマニホールドは、米国製（インペリアル社）のものが 50 年以上前に流通し始めた。B 社では 40 年以上国内で販売しており、販売数は日本では一番多いと考えている。国内では、B 社で年間 2 万台ほど販売、他社も含めると年間 3 万台ほど国内で販売されているのではないかと。
- 法の適用除外となるフルオロカーボン回収装置については、不活性ガスであるフルオロカーボンであれば対象となる場所、それを回収する先の容器は容器別適用の容器となる。新しい冷媒が出てきているところであるが、FC 容器にはそれらが含まれておらず、個々に容器を用意しなければならない状況。FC 容器に新しい冷媒も入れられるようになるとよい。
- FC 容器の安全装置は可溶栓に限定されているが、温度上昇により可溶栓が機能すると、中のガスが全部抜けるまで止まらない状況となってしまう。海外は安全弁が一般的。

### 5.3.3 まとめ

一般的な冷媒充填行為においては、意図しなくとも法適用除外の範囲での行為となると伺ったものの、団体、充填設備製造、販売企業における安全、法令遵守に対する取組みを確認することができた。

冷凍空調設備業者を会員とする団体である日設連では、法適用除外の充填設備等の適切な取扱いに関するガイドラインを発行し、また同ガイドライン中に法適用除外の範囲も示すことにより、安全及び法令遵守に対する啓発を図っていることが確認された。

また、メーカーにおいても現在および今後の取組みについて伺い、安全及び法令遵守についての取組みを行っていることが確認された。

## 6. まとめ（全体）

### 6.1 「可燃性ガスを判定する試験方法及び判定基準」「特定不活性ガスを判定する試験方法及び判定基準」見直し案の検討

これまでの調査、検討結果をもとに、4. に示した方針および、4.1 に示した見直し案の考え方をもち、爆発限界の測定方法、条件（4.2）、可燃性ガスから特定不活性ガスを除外するための爆発下限界、燃焼熱、燃焼速度の測定方法、条件（4.3）、不活性ガスのうち特定不活性ガスを判定する火炎伝ば試験（4.4）をとりまとめた。

また、高圧ガス保安法令への対応試案（4.5）を作成した。

フルオロカーボンについて、これまで特定不活性ガスは関係法令への掲名により分類されていたが、本試案が運用されることにより物性により判断することができるようになることが期待される。

一方、本試案による運用がなされると、フルオロカーボンを含むガスの許認可申請においては、従来特定不活性ガスでない不活性ガスであったガスであっても、改めて特定不活性ガスに該当するか否かを、申請者は申請先の行政に対して証明をする必要が生ずることとなる。行政においては、申請者あるいは冷媒メーカーによる証明が妥当であるかを個別に判断することは困難であることが予想される。公益的第三者機関によって、本試案によって測定された結果が妥当であるかが判断されて公表されれば、自治体はその情報を参照することでこの問題は解決すると考えられる。日本冷凍空調学会などの第三者による評価制度の充実が期待される。

また、運用を開始するまでに、現在流通しているフルオロカーボンを含め、新たな測定方法による試験が、本件の要望のあった冷媒関係業界を中心に実施され、データが整備されることが必要となる。

### 6.2 高圧ガスを利用した各種製品の法技術的課題の検討

検討事項として、高圧ガスの移動時に掲げるべき警戒標の検討及び平成 28 年度の本事業において要望等をもとに作成した試案を、現況等を考慮しつつ、再度検討を行った。

法適用除外の製品の遵守状況調査については、平成 28 年 11 月の法改正により、法の適用除外となった、一定要件を満たす、冷凍設備へ高圧ガスを充填するための設備を対象とした。

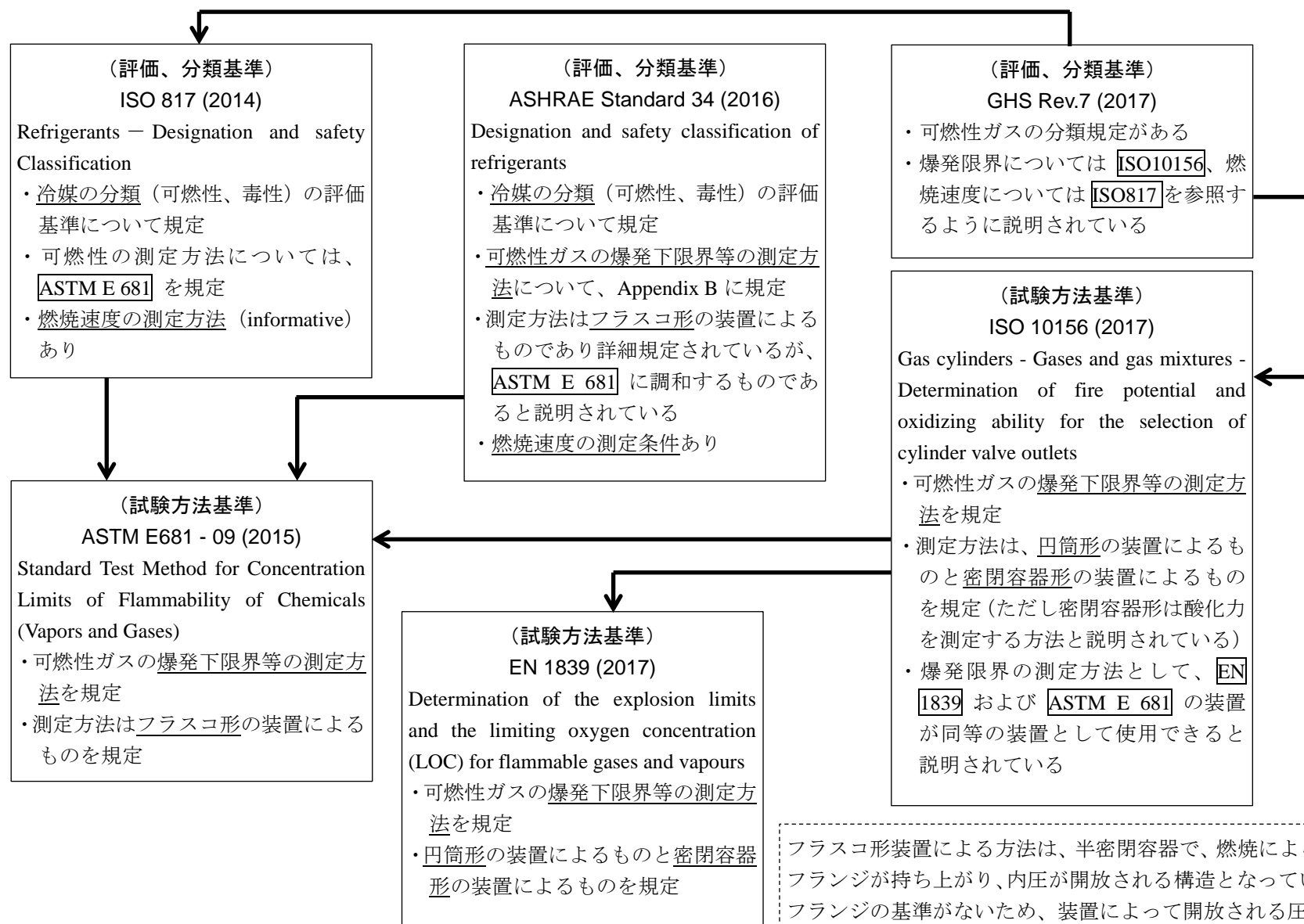
一般的な冷媒充填行為においては、意図しなくとも法適用除外の範囲での行為となると伺ったものの、団体、充填設備製造、販売企業における安全、法令遵守に対する取組みを確認することができた。

冷凍空調設備業者を会員とする団体である日設連では、法適用除外の充填設備等の適切な取扱いに関するガイドラインを発行し、また同ガイドライン中に法適用除外の範囲も示すことにより、安全及び法令遵守に対する啓発を図っていることが確認された。

また、メーカーにおいても現在および今後の取組みについて伺い、安全及び法令遵守についての取組みを行っていることが確認された。

## 参考資料

## ガスの燃焼関係海外基準類の整理



フラスコ形装置による方法は、半密閉容器で、燃焼による圧力上昇でフランジが持ち上がり、内圧が開放される構造となっている。しかし、フランジの基準がないため、装置によって開放される圧力は異なり、再現性が低いといわれている。(平成 28 年度報告書より)

表 1 密閉容器による装置を用いた方法の比較

	取締月報 A 法	ISO 10156 (2017) (5章 oxidizing power を測定する 方法として示されている)	EN 1839(2017) 4.3 Method B ("bomb" method)	昨年検討案 (参考)
試験ガス		moisture content 0.01% 以下 (5.2.3.6)	純度 99.8% mol 以上 (4.3 → 4.2.2.3)	純度 99.9% 超
空気	乾燥管を通した空気		water vapor absolute 0.1 mol % 以下 oil 0.1g/m <sup>3</sup> 以下 (4.3 → 4.2.2.1)	ボンベ圧縮空気 (水分<-70 °C (0.00 mol%)、全炭化水素< 1 vol ppm)
容器形状	球形	円筒形 (長さとお内径の比が 1) または 球形 (5.2.3.2)	円筒形 (長さとお内径の比が 1 から 1.5) または球形 (4.3.3.1)	球形
容器容積	2L (0.002 m <sup>3</sup> )	最小 0.005 m <sup>3</sup> (5.2.3.2)	0.005 m <sup>3</sup> 以上 (4.3.3.1)	内容積 5.2L (内径 215 mm)
容器耐圧	10kg / cm <sup>2</sup> (≒0.98MPa)	最小 30 bar (3MPa) (5.2.3.2)	最小 15 bar (1.5MPa) (4.3.3.1)	40 MPa 絶対圧
容器材質	特に規定せず化学反応 を起こさないものであ れば、鉄製、ステンレス 製、ガラス製でもよい (解説)	ステンレス鋼 (5.2.3.2)	ステンレス鋼、又は試料や燃焼生成 物に対し触媒効果を持たず耐腐食性 の材料 (4.3.3.1)	ステンレス鋼
着火源、エネルギー (ヒューズワイヤ による)	<ul style="list-style-type: none"> <li>白金線溶断</li> <li>白金線直径 0.3 mm</li> <li>白金線長さ 20mm</li> <li>電極にろう付け</li> <li>100V 交流電源</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>着火エネルギーは 20J 以上を与えるように</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒューズワイヤー (NiCr ワイヤ ー)</li> <li>ワイヤーの直径は最小 0.05 mm で 0.2mm を超えないこと</li> <li>ヒューズワイヤーは容器の中心部 に位置させる</li> <li>2本のロッドは 5±1mm の間隔で 互いに並行になるよう設置</li> <li>ロッドの直径 3mm 以上</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>着火エネルギー 10J から 20 J の 間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒューズワイヤー (NiCr ワイヤ ー)</li> <li>ワイヤーの直径は 0.05 mm から 0.2mm</li> <li>ヒューズワイヤーは容器の中心部 に位置させる</li> <li>2本のロッドは 5±1mm の間隔で互 いに並行になるよう設置</li> <li>ロッドの直径は 1.5mm から 5mm</li> <li>ロッドの材質は真鍮かステンレス 鋼が適当 (Suitable)</li> <li>着火エネルギー 10J から 20 J の間 (4.3.3.2.3)</li> </ul>	

	取締月報 A 法	ISO 10156 (2017) (5 章 oxidizing power を測定する 方法として示されている)	EN 1839(2017) 4.3 Method B ("bomb" method)	昨年検討案 (参考)
	した (解説)	(5.2.3.3)		
着火源、エネルギー (放電火花による)			<ul style="list-style-type: none"> <li>・電圧 13kV から 16kV (実効値)</li> <li>・20mA から 30 mA (短絡電流)</li> <li>・放電時間 0.2 s</li> <li>・電極間距離 5±0.1 mm</li> <li>・容器底部から上方へ 60±1mm の位置</li> <li>・電極の直径は最大で 4 mm</li> <li>・電極の先端角 60±3°</li> <li>・電極の素材はステンレスが適当 (Suitable)</li> </ul> (4.3.3.2.2→4.2.3.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 15 kV</li> <li>・ 30 mA</li> <li>・ 放電時間 0.2 s</li> <li>・ 電極間距離 5 mm</li> <li>・ 容器底部から 60 mm 上方</li> <li>・ 水平方向位置は容器中心。</li> <li>・ 電極の外径 2 mm</li> <li>・ 電極の先端角 60°</li> <li>・ 電極の素材タングステン</li> </ul>
試験温度	室温 (解説)	室温 20±5 °C (5.2.4)	(適用範囲は最大 200°Cまで) (1.)	25±3 °C、 室内空調機による温度制御
試験圧力	大気圧 (解説)	大気圧 101.3±3 kPa (5.2.4)	大気圧 (1.)	大気圧
圧力上昇計測系	(熱電対を用いて、温度上昇によって判定) (温度および圧力の両面による判定が望ましいが、温度のみでも十分であり簡便 (解説))	時間分解能は少なくとも 1 ms (5.2.3.4)	圧力変換器の共振周波数は 10 kHz 超であること。 精度は判定に則った圧力測定が可能なこと 時間分解能は少なくとも 1 ms (4.3.3.3)	時間分解能 1 ms
圧力変換器の位置			圧力変換器は容器の内側に取り付け、ヘッドは内壁と同一平面にしなければならない。 (4.3.3.3)	容器頂点から 45°の位置に鞅管で接続 (最小内径は 6 mm)
「爆発」の判定			初期圧力に対し、着火源単独によって生じる圧力上昇に加えて 5 ± 0.1% の圧力上昇 (3.10)	
爆発限界の確定	爆発が起きた濃度と起		爆発が起こらなかった濃度	

	取締月報 A 法	ISO 10156 (2017) (5 章 oxidizing power を測定する 方法として示されている)	EN 1839(2017) 4.3 Method B ("bomb" method)	昨年検討案 (参考)
	こらなかつた濃度の平 均濃度 (概略)		追加で 4 回試験を実施し、着火が確 認されないことを確認 (4.3.6)	

表 2 開放型の円筒形の装置を用いた方法の比較

	取締月報 B 法	ISO 10156 (2017) 4 章	EN 1839(2017) 4.2 Method T ("tube" method)
試験ガス		moisture content 0.01% 以下 (4.2.3.2.1)	純度 99.8% mol 以上 (4.2.2.3)
空気	乾燥管を通した空気	moisture content 0.01% 以下 (4.2.3.2.2)	water vapor absolute 0.1 mol % 以下 oil 0.1g/m <sup>3</sup> 以下 (4.2.2.1)
筒のサイズ	内径 5cm (50mm) 長さ 150cm (1500mm)	最小内径 50mm 最小高さ 300mm (4.2.3.3)	内径 80±2 mm 最小長さ 300 mm (4.2.3.1)
着火エネルギー	火花放電 12kV 以上の電圧を発生するネオントランス	火花放電 10J のエネルギー高電圧スパーク (例えば 15kV、30mA、a.c.) (4.2.3.4)	火花放電 電圧 13kV から 16kV (実効値) 20mA から 30 mA (短絡電流) (4.2.3.2)
放電時間		0.2s から 0.5 s (4.2.3.4)	0.2 s (4.2.3.2)
電極	電極間距離 3 mm 程度	電極間距離 5mm 容器底部から上方へ 50 mm から 60 mm の位置 (4.2.3.3)	電極間距離 5±0.1 mm 容器底部から上方へ 60±1mm の位置 直径は最大で 4 mm 先端角 60±3° 素材はステンレスが適当 (Suitable) (4.2.3.2)
爆発の判定	火炎が筒中を昇り上端まで達したとき	最小 100mm の火炎の分離と上方向への伝播が観察されたときただし、炎が無色の場合には熱電対推奨 (4.2.4)	スパークからの最小 100mm の火炎の分離と上方向への伝播 または 筒の頂点か最小 240 mm の高さとなる halo (光輪?) (3.9)
爆発限界の判定	爆発が起きた濃度と起こらなかった濃度の平均濃度 (概略)	爆発が起こらなかった濃度 追加で 4 回試験を実施し、着火が確認されないことを確認 (4.2.5)	爆発が起こらなかった濃度 追加で 4 回試験を実施し、着火が確認されないことを確認 (4.2.5.2)

表3 ISO817(2014)、ASHRAE34(2016) 及び GHS Rev.7 (2017) のガスの可燃性分類基準

ISO817 (2014)	ASHRAE34 (2016)	GHS Rev.7 (2017)
<p><b>Class3 : Higher Flammability</b> 次の2つの条件を満たす場合 (a) 101.3kPa、60℃における試験時に火炎伝ばを示す (b) 燃焼下限界が3.5vol%以下 又は 燃焼熱が19000 kJ/kg 以上</p> <p><b>Class2 : Flammable</b> 次のすべての条件を満たす場合 (a) 101.3kPa、60℃における試験時に火炎伝ばを示す (b) 燃焼下限界が3.5 vol%を超える (c) 燃焼熱が19000 kJ/kg 未満</p> <p><b>Class2L : Lower Flammability</b> 次のすべての条件を満たす場合 (a) 101.3kPa、60℃における試験時に火炎伝ばを示す (b) 燃焼下限界が3.5vol%を超える (c) 燃焼熱が19000kJ/kg 未満 (d) <u>101.3kPa、23℃における試験時に最大燃焼速度が10 cm/s 以下</u></p> <p><b>Class1 : No Flame Propagation</b> 101.3kPa、60℃の空气中において火炎伝ばを示さない</p>	<p><b>Class3 : Higher Flammability</b> 次の2つの条件を満たす場合 (a) 101.3kPa、60℃における試験時に火炎伝ばを示す (b) 燃焼下限界が0.10kg/m<sup>3</sup> 以下 又は 燃焼熱が19000 kJ/kg 以上</p> <p><b>Class2 : Lower Flammability</b> 次の3つの条件を満たす場合 (a) 101.3kPa、60℃における試験時に火炎伝ばを示す (b) 燃焼下限界が0.10kg/m<sup>3</sup> を超える (c) 燃焼熱が19000kJ/kg 未満</p> <p><b>Class2L : (Lower Flammability)<sup>注)</sup></b> Class2のうち、次の条件を満たす場合 <u>101.3kPa、23℃における試験時に最大燃焼速度が10cm/s 以下</u></p> <p><b>Class1 : No Flame Propagation</b> 101.3kPa、60℃における試験時に火炎伝ばを示さない</p>	<p><b>1A 可燃性ガス</b> 標準気圧 101.3kPa で 20℃において以下の性状を有するガス (a) 空气中の容積で13%以下の混合気が可燃性であるもの、 または (b) 燃焼（爆発）下限界に関係なく空気との混合気の燃焼範囲（爆発範囲）が12%以上のもの 区分1Bの判定基準に合致した場合を除く</p> <p><b>1A 自然発火性ガス</b> 54℃以下の空气中で自然発火する可燃性ガス</p> <p><b>1A 化学的に不安定なガス A</b> 標準気圧 101.3kPa で 20℃において化学的に不安定である可燃性ガス</p> <p><b>1A 化学的に不安定なガス B</b> 気圧 101.3kPa 超および/または 20℃超において化学的に不安定である可燃性ガス</p> <p><b>1B 可燃性ガス</b> 区分1Aの可燃性ガスの判定基準を満たし、自然発火性ガスでも化学的に不安定なガスでもなく、少なくとも以下のどちらかの条件を満たすもの： (a) 燃焼下限が空气中の容積で6%を超える；または (b) <u>基本的な燃焼速度が10 cm/s 未満</u></p> <p><b>2 可燃性ガス</b> 区分1A または 1B 以外のガスで、標準気圧 101.3kPa、20℃においてガスであり、空気との混合気が燃焼範囲を有するもの</p>

注) 2016 改正時には Subclass であったが、Addendum g により、単独クラスとなった。

■ ISO 817 (2014)、ASHRAE Standard 34-2016 での記述概要

※各測定値の許容範囲は、ISO 817 (2014) では Annex B 中 B.1.8 に、ASHRAE Standard 34 (2016) では、Appendix B 中 B.1.9 に示されている。

1. 101.3kPa、60°Cの空気中における火炎伝ばー湿度条件

ISO817 では乾燥条件と湿度環境両方、ASHRAE Standard 34 では湿度環境を求めている。

ISO 817 (2014) (概略)	ASHRAE Standard 34-2016 (概略)
湿度条件は、「乾燥空気」(絶対湿度 0.00015 g/g 未満) または「23°C 101.3kPa における相対湿度 50 % 相当の湿度」(絶対湿度 $0.0088 \pm 0.0005$ g/g) どちらか低い LFL となる条件とする。(Annex B.1)  → これにぶら下がる B 1.1 a) に 60°C 101.3 kPa で「Flammability test」を実施するとある。	湿度条件は、「23°C 101.3kPa における相対湿度 50 % 相当の湿度」(絶対湿度 0.0088 g/g) (Appendix B.1)  →これにぶら下がる B 1.1 a. に 60°C 101.3 kPa で「Flammability test」を実施するとある。

2. 爆発下限界

(1) 湿度条件

(1. と同じ)

ISO 817 (2014) (概略)	ASHRAE Standard 34-2016 (概略)
湿度条件は、「乾燥空気」(絶対湿度 0.00015 g/g 未満) または「23°C 101.3kPa における相対湿度 50 % 相当の湿度」(絶対湿度 $0.0088 \pm 0.0005$ g/g) どちらか低い LFL となる条件とする。(Annex B.1)	湿度条件は、「23°C 101.3kPa における相対湿度 50 % 相当の湿度」(絶対湿度 0.0088 g/g) (Appendix B.1)

(2) 温度 (ETFL (Elevated Temperature Flame Limit))

以下のように、23°Cで燃えない場合の規定があるが、可燃性ガス (爆発範囲をもつ) ガスを特定不活性ガスに分類するための条件の検討しているところであるため、この条件は不要と考える。

ISO 817 (2014) (概略)	ASHRAE Standard 34-2016 (概略)
23°C、101.3 kPa で実施し、爆発下限界 (LEL) が示されない (火炎伝ばが発生しない) 場合には、60°C、101.3 kPa での爆発下限界 (ETFL) を代わりに用いる。(6.1.3.6、3.1.15)	23°C、101.3 kPa で実施し、爆発下限界 (LEL) が示されない (火炎伝ばが発生しない) 場合には、60°C、101.3 kPa での爆発下限界 (ETFL) を代わりに用いる。(6.1.3.4)

2.3 燃焼速度

現在のところ両者とも乾燥条件での測定を求めているが、湿度環境での測定も求めることについて現在検討中との情報あり。

ISO 817 (2014) (概略)	ASHRAE Standard 34-2016 (概略)
燃焼速度の測定は、Annex C によるか「credible method」によること。 ・測定結果が R-32 (HFC-32) に対して $6.7 \pm 0.7$ cm/s、R-152a において $23.0 \pm 2.3$ cm/s であること。 ・その方法の正確さを証明するものを提示すること。 ・爆発下限界濃度から、化学量論の 125%	燃焼速度の測定は、「credible method」によること。 ・R-32 (HFC-32) の測定において $6.7 \pm 0.7$ cm/s の結果が得られること。 ・対象が 6.7 cm/s を超える冷媒であるときは、R-152a において $23.0 \pm 2.3$ cm/s の結果が得られることを確認するか、その方法の正確さを証明するものを提示する

<p>までの範囲で測定すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 空気と冷媒の混合濃度の精度は、試験装置内で <math>\pm 0.1\%</math>。</li> <li>• 乾燥空気 (1g あたり 0.00015 g 以下の水蒸気、21.0% <math>\pm 0.1\%</math> の酸素)</li> <li>• ガスの純度は最低 99.5% (質量)</li> </ul> <p>Note1 燃焼速度の測定方法は、垂直チューブ法と密閉容器法を含む。注)</p> <p>注) Takizawa K, (中略) Burning velocity measurement of fluorinated compounds by spherical-vessel method, Combust. Flame 2005,141 pp.298-307</p> <p>(6.1.3.1)</p>	<p><u>こと。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 爆発下限濃度から、化学量論の 125% までの範囲で測定すること。</li> <li>• 空気と冷媒の混合濃度の精度は、試験装置内で <math>\pm 0.1\%</math>。</li> <li>• 乾燥空気 (1g あたり 0.00015 g 以下の水蒸気、21.0% <math>\pm 0.1\%</math> の酸素)</li> <li>• ガスの純度は最低 99.5% (質量)</li> </ul> <p>(6.1.3)</p>
---	---

参考：GHS では燃焼速度の測定については ISO 817 を参照することとされている。