

令和 3 年度化学物質安全対策
(フロン類及び指定製品の製造業者等に関する調査)
報告書

2022 年 3 月
(株) 野村総合研究所

目 次

事業名	1
背景・目的	1
委託事業の履行期間	1
委託事業の内容	1
委託事業の体制	2
委託事業の結果	3
1. 需給ギャップ解消の先駆的取組事例の収集	3
2. 指定製品関係	7
(1) 指定製品の拡大に向けた検討	7
(2) プレチャージ輸入品に関する調査	15
① 店舗・事務用エアコン、一体型冷凍冷蔵機器（コンデンシングユニット、業務用一体型冷凍冷蔵機器・内蔵シ ョーケース）	15
② カーエアコン	20
(3) 中長期的なフロン類フェーズダウンに向けた検討調査	23

事業名

令和 3 年度化学物質安全対策（フロン類及び指定製品の製造業者等に関する調査）

背景・目的

高い温室効果等を有するフロン類に関し、製造段階から廃棄段階に至るライフサイクルを見据えた包括的な対策を実現するために、平成 27 年 4 月に「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律」（以下「フロン排出抑制法」という。）が施行された。

フロン排出抑制法は、フロン類の製造から廃棄までのライフサイクルの各段階（フロン類及び使用製品製造、製品使用時の管理、充填・回収・再生・破壊）を通じて排出抑制対策を講ずる制度であり、上流側の対策としては、フロン類及びフロン類使用製品の製造業者等に対しては、フロン類の使用の合理化や、指定製品制度によってフロン類使用製品についての低 GWP 化やノンフロン化を促進することとしている。

他方、モントリオール議定書においては 2016 年に HFC も新たに規制対象となり、国内担保法のオゾン層保護法においても、HFC の製造規制が 2019 年 1 月より開始され、今後 2036 年までに段階的に削減していくこととされている。

このような状況の中、当該委託事業は、フロン排出抑制法の上流側の対策として、フロン類の使用の合理化や指定製品制度によるフロン類使用製品の低 GWP 化・ノンフロン化を促進するために必要な情報収集等を行い、実質的なフロン類のフェーズダウンに向けて、俯瞰的な立場に立ってコントロールするための政策立案に必要な検討を行う。

委託事業の履行期間

令和 3 年 4 月 2 日から令和 4 年 3 月 11 日まで。

委託事業の内容

1. 需給ギャップ解消の先駆的取組事例の収集

需給の逼迫が懸念されている、あるいは現に生じている冷媒種について、広く地域や異業種間でネットワークを構築して、回収冷媒の再生利用やレトロフィットの推進等のギャップ解消に資する事例について、ヒアリング、現地調査（5 者以上に対して実施する。現地調査が難しければオンラインによるヒアリングのみでも良い。）により収集し、こうした取組が他に広く展開されるよう、共有を図るため事例集（5 事例程度）として取りまとめる。

2. 指定製品関係

フロン排出抑制法について、制度の周知及び指定製品の製造・輸入業者の実績把握等を目的に「指定製品製造業者等」について、以下の調査を行う。

(1) 指定製品の拡大に向けた検討

より一層の低 GWP 化やノンフロン化を進めるため、目標年度と目標 GWP を設定することにより削減が期待される

製品を対象として、当該業界やメーカー等との意見交換（４～５製品程度。各製品につき２回以上。オンラインによる実施でも良い。）を行い、具体的な低 GWP 化やノンフロン化に向けた理解の深化や課題解決を図ることなどにより、具体的な道筋を示す。また、再生冷媒の活用と指定製品制度との関係について、考え方を整理する。

(2)プレチャージ輸入品に関する調査

プレチャージ輸入品として輸入されることが想定される製品（家庭用エアコン、業務用エアコン、業務用冷凍冷蔵機器、自動車用エアコン）について、業界団体等を通じた調査を行い、データを集計する。

(3)中長期的なフロン類フェーズダウンに向けた検討調査

キガリによるフロン類の段階的削減にあたり、2029 年以降に向けては、更なるフロン類使用量の削減が求められており、指定製品制度の確実かつ発展的な実施が求められる。今後活用が見込まれる新冷媒は、微燃性、可燃性、あるいは毒性があることから、特に安全性確保のためには、設置する設備環境の改修やユーザーによる使用時注意を要するなど、幅広いプレーヤの理解と協力が必須となっている。

このため、究極的には可燃性冷媒を使いこなす社会の実現に向けて、関連するプレーヤに求められることや、その履行のために必要な対策（ロードマップ）の検討、また、各プレーヤ（特に経営者レベル）への理解促進のためのアプローチの方法について検討を行う。

委託事業の体制

「2. 指定製品関係、(1)指定製品の拡大に向けた検討」について、A2L 冷媒を使用したビル用マルチエアコンに係るステークホルダー会議を組織し、２回開催、運営の事務局を務めた。なお、オンライン会議で実施した。

A2L 冷媒を使用したビル用マルチエアコンに係るステークホルダー会議の構成

川瀬 貴晴 氏（座長）	千葉大学 名誉教授
石井 克典 氏	ダイキン工業株式会社 空調営業本部 副本部長
市川 卓也 氏	株式会社山下設計 技術設計部門 副部門長
岡田 哲治 氏	一般社団法人 日本冷凍空調工業会 専務理事
小松原 一泰 氏	菱冷サービス株式会社 担当部長
川口 英彦 氏	一般社団法人 日本ビルダング協会連合会 事務局長
田村 稔 氏	新日本空調株式会社 参事
山本 雅洋 氏	大林組 担任副本部長
南雲 繁人 氏	株式会社ナグモ設備設計事務所 代表取締役

A2L(微燃性)冷媒を使用したビル用マルチエアコンに係るステークホルダー会議のスケジュール

第 1 回	2021 年 10 月 8 日 15:00-17:00 オンライン会議
第 2 回	2022 年 1 月 20 日 9:00-11:00 オンライン会議

1. 需給ギャップ解消の先駆的取組事例の収集

モントリオール議定書キガリ改正により、HFC の消費量について、地球温暖化係数(GWP)ベースで削減が義務付けられたことを受けて、高い GWP を有した冷媒で、特に補充用の冷媒について、需給の逼迫が危惧されている。具体的には、業務用冷凍冷蔵機器で広く使用されている R-404A(GWP:3920)や、R-407C(GWP:2090)などとなる。

本調査では、これらの冷媒を中心として、回収冷媒の再生利用やレトロフィットなどを進める事例を整理した。

(1)回収冷媒の再生に係る事例

回収冷媒の再生に係る事例として、日本企業における 2 つの国内事例と、1 つの海外事例を次の通り、整理する。

事例 1：フロン類の再生受託及び再生販売ビジネス

[阿部化学株式会社 静岡県焼津市]

<https://www.a-bex.com/>

- ・ 阿部化学は、第一種フロン類再生業者とフロン類破壊業者の許可を得た事業者である。
- ・ 業務内容は、冷媒の再生処理、再生フロン類の販売、フロン類の回収、フロン類の破壊処理、回収容器のレンタル、フロン類の分析となる。
- ・ 阿部化学では、冷媒再生について、「委託加工(冷媒の再生処理)」と「再生処理(再生フロン類の販売)」の 2 つの事業を展開している。
- ・ 「委託加工」とは、顧客から預かった回収フロン類を蒸留再生して、顧客に返却する事業であり、「再生処理」とは、顧客から回収フロン類を原料として引取り、蒸留再生して、補充用再生フロン類として、他の需要家に供給する事業である（引取りを行った顧客には、再生証明書が発行される）。
- ・ 再生処理を受け付ける条件の例は次の通り。
 - ✓ R-22、R-123：99.5%以上
 - ✓ R-134a：99.6%以上
 - ✓ R-410A：99.7%以上
- ・ なお、受入純度の測定は阿部化学が実施し、純度に満たない場合は、破壊処理となる。
- ・ 阿部化学のフロン類の蒸留再生能力は、低压冷媒用 2 基、高压冷媒用 2 基の計 4 基で、1,400t/年(8 時間/日、250 日/年稼働と想定)となっている。
- ・ 阿部化学が「再生処理」により販売するフロン類には、「グリーンフロン」というブランド名が付されている。
- ・ 現在、「グリーンフロン」は高压冷媒で、R-22、R-410A、R-134a、R-32、R-404A、低压冷媒で、R-11、R-123 がラインナップされている。高压冷媒について、R-22、R-410A、R-134a は、RC 容器(再充填可能)で販売され、R-22、R-410A、R-32、R-404A は、NRC 容器(再充填不可)で販売されている。
- ・ 回収容器のレンタル事業で対象となる回収容器は、FC1 類(耐圧試験圧力 3.0MPa のもの、R-22、R-134a が対象)と FC3 類(同 5.0MPa のもの、R-410A、R-404A、R-407C、R-32 等が対象)であり、100kg と 20kg が用意されている。

出典：阿部化学株式会社への調査に基づき NRI 作成

事例 2：フロン類の回収、引取り、再生販売ビジネス

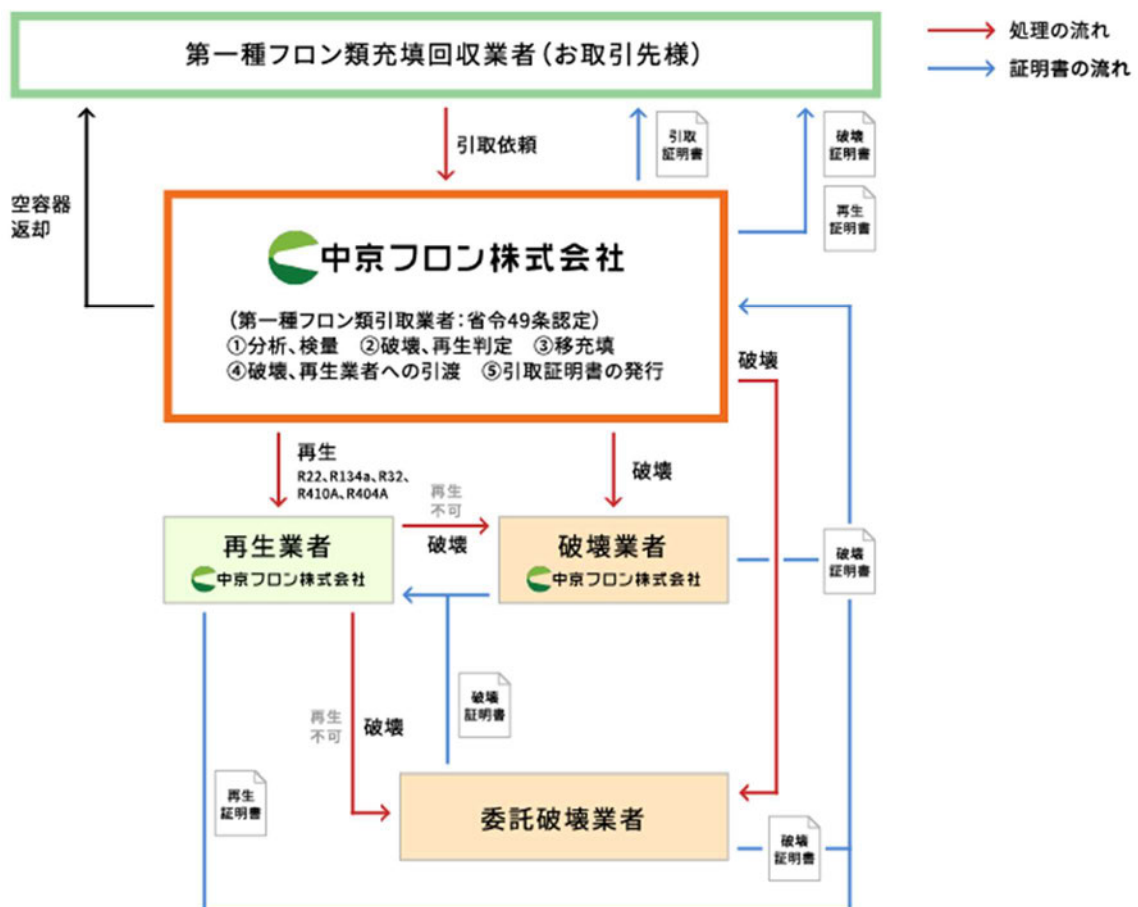
[中京フロン株式会社 愛知県名古屋市]

<https://fron.co.jp/>

- ・ 中京フロンは、第一種フロン類充填回収業者の登録(全国 47 都道府県)、第一種フロン類再生業者(本社工場、東京工場、大阪工場、浜松工場、富山工場)とフロン類破壊業者の許可、第一種フロン類引取り業者(本社、東京支店、大阪工場)の認定を得た事業者である。
- ・ 業務内容は、フロン類の回収及び処理(蒸留再生処理、無害化処理)、フロン類の新品及び再生品の販売、回収容器の法定再検査、リース、販売、フロン類の回収機材及び再生機材の販売、臭化リチウム養液の回収及び処理、ハロゲン化物消火設備のハロンガス容器撤去及び処理、絶縁ガス(SF₆)の回収及び無害化処理となる。
- ・ 中京フロンは、冷媒再生について、自社で回収、もしくは第一種フロン類引取り業者(省令 49 条認定)に基づき引き取ったフロン類を蒸留再生し、販売する事業を展開している。
- ・ 自社で回収、もしくは引き取られたフロン類の内、純度 99.8%以上のものだけを蒸留再生し、販売している。
- ・ 「再生フロンガスの販売」では、「リフロン」というブランドで、R-22 と R-410A を NRC 容器(再充填不可)で販売している。

回収容器のレンタル事業で対象となる回収容器は、FC1 類(耐圧試験圧力 3.0MPa のもの、と FC3 類(同 5.0MPa のもの)であり、100kg と 20kg が用意されている。

図 中京フロンの第一種フロン類引取り業者認定(省令 49 条認定)による引取り処理フロー



出典 中京フロンホームページ <https://fron.co.jp/processing-re/>

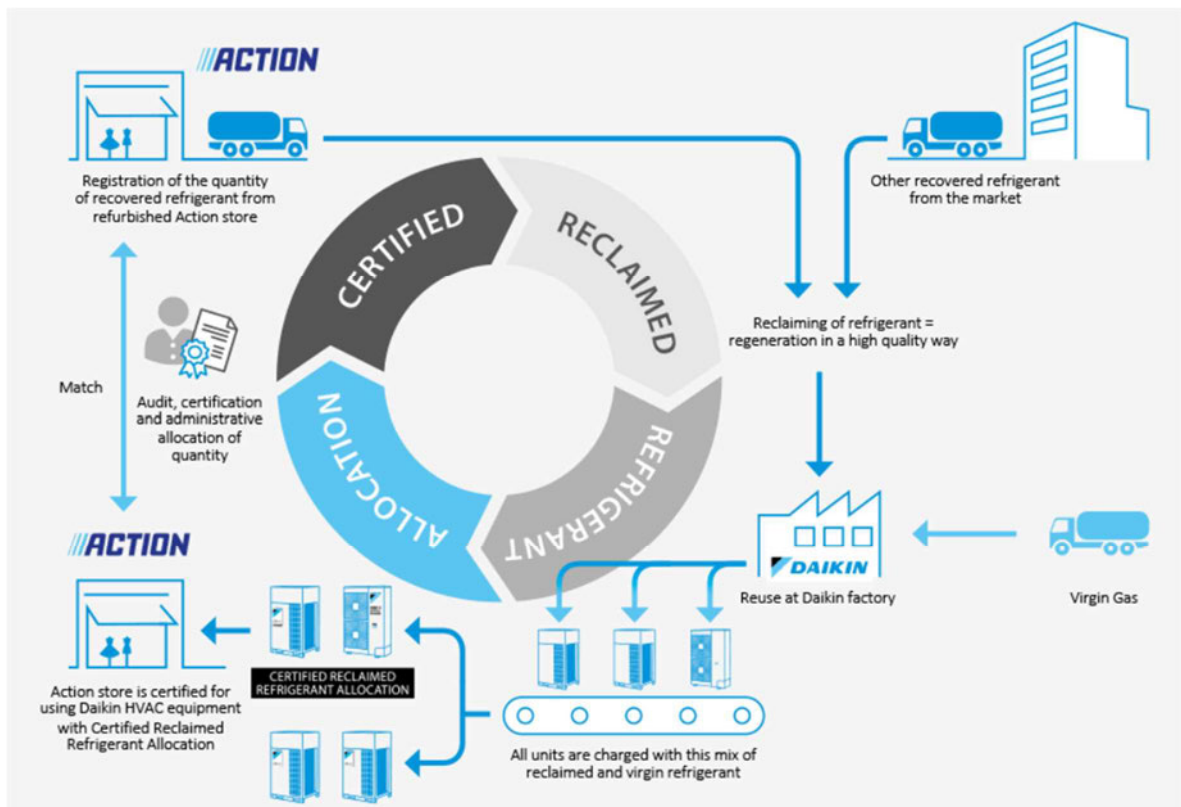
出典：中京フロン株式会社への調査に基づき NRI 作成

事例 3：欧州における冷媒の循環利用に係る取り組み

[ダイキン株式会社]

- ・ オランダに本社があり、オランダ、ルクセンブルグ、ベルギー、フランス、ドイツ、オーストリアに 1,400 を超える店舗を展開している、国際的な非食料品のディスカウンターである Action 社は、ダイキン工業が提供する回収冷媒を再生し、再度、店舗で使用するプログラムを採用している。
- ・ 2019 年の半年で、Action 社の 12 の店舗から R-410A を回収、再生し、10 の新しい Action 社の店舗で使われる空調機器に充填された。
- ・ 実際には、図の通り、市中で回収された冷媒とバージンのガスを混合し、ダイキン工業の空調機器製造ラインで再利用され、Action 社の新規店舗に設置されている。

図 ダイキン工業による欧州で進める冷媒再生、利用の取り組み



出典 ダイキン工業中央ヨーロッパホームページ

https://www.daikin-ce.com/en_us/about/references/action-reclaimed-refrigerant-allocation.html

出典：ダイキン工業株式会社への調査に基づき NRI 作成

(2)レトロフィットに係る事例

レトロフィットの実施に当たっては、フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律(フロン排出抑制法)施行規則、第十四条(フロン類の充填に関する基準)五項において、『使用して安全上支障がないものであることを当該第一種特定製品の製造業者等に確認すること』と規定されている。

高圧ガス保安法では、高圧ガス製造者として、第一種製造者に該当する場合、都道府県等からの許可が、第二種製造者の場合、都道府県等への届出が必要となる。その他製造者については、手続きは必要とされないが、次の技術上の基準を守らなければならない、とされている。

(その他製造に係る技術上の基準)

- ①製造設備の設置又は変更の工事を改正した時は、酸素以外のガスを使用する試運転又は許容圧力以上の圧力で行う気密試験(空気を使用するときは、あらかじめ、冷媒設備中にある可燃性ガスを排除した後に行うものに限る。)を行った後でなければ製造をしないこと。
- ②特定不活性ガスを冷媒とする冷凍設備にあっては、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じること。

出典：高圧ガス保安協会資料

レトロフィットに係る事例として、日本企業における 2 つの国内事例を次の通り、整理する。

事例 1：スーパーマーケットで使用されている別置形ショーケースへの R-449A(GWP:1397)冷媒のレトロフィット

[三井・ケマーズ フロフロダクツ株式会社]

- ・岩手県を中心に東北エリアに 50 店舗以上のスーパーマーケットを展開している企業で、冷凍冷蔵機器について、冷媒を R-404A から R-449A へのレトロフィットが実施された。
- ・レトロフィット実施後、電力消費量の比較で、平均約 8 %程度の削減が確認されている。
- ・入れ替え後の冷凍能力も問題は無く、レトロフィット作業に要した時間も約 4 時間となった。
- ・レトロフィット前に古くなったフィルターと冷凍機が交換された。

出典：三井・ケマーズ フロフロダクツ株式会社ホームページ情報から NRI 作成¹

事例 2：工場で使用されているターボ冷凍機への R-1224yd(Z)(GWP:1 以下)冷媒のレトロフィット

[荏原冷熱システム株式会社]

- ・2018 年 4 月に販売開始された RTBA 型ターボ冷凍機は、冷媒に不燃性で低毒性である R-1224yd(Z)が冷媒に採用されている。低 GWP 冷媒を採用しながら成績係数 COP が 6.4 と優れている点が特徴となっている。
- ・同社では、この技術を活用し、一部の部品を入れ換えることにより、R-245fa を使用してきた既存のターボ冷凍機に対して、R-1224yd(Z)を使用することを可能とする技術を開発した。
- ・冷媒転換には一部、部品の変更が伴うことから、オーバーホールのスケジュールに合わせたレトロフィットの実施が可能とされている。

出典：荏原冷熱システム株式会社ホームページ情報²から NRI 作成

¹ [https://www.mc-fluoro.co.jp/mcf-wp/wp-](https://www.mc-fluoro.co.jp/mcf-wp/wp-content/uploads/2021/03/%E3%80%90%E8%A3%BD%E5%93%81%E6%8E%A1%E7%94%A8%E4%BA%8B%E4%BE%8B%E3%80%91%E3%82%B8%E3%83%A7%E3%82%A4%E3%82%B9%E6%9C%AC%E7%94%BA%E5%BA%97%E6%A7%98_%E3%82%AA%E3%83%97%E3%83%86%E3%82%AA%E3%83%B3%E2%84%A2XP40-R-449AFinal-0329rev.pdf)

[content/uploads/2021/03/%E3%80%90%E8%A3%BD%E5%93%81%E6%8E%A1%E7%94%A8%E4%BA%8B%E4%BE%8B%E3%80%91%E3%82%B8%E3%83%A7%E3%82%A4%E3%82%B9%E6%9C%AC%E7%94%BA%E5%BA%97%E6%A7%98_%E3%82%AA%E3%83%97%E3%83%86%E3%82%AA%E3%83%B3%E2%84%A2XP40-R-449AFinal-0329rev.pdf](https://www.mc-fluoro.co.jp/mcf-wp/wp-content/uploads/2021/03/%E3%80%90%E8%A3%BD%E5%93%81%E6%8E%A1%E7%94%A8%E4%BA%8B%E4%BE%8B%E3%80%91%E3%82%B8%E3%83%A7%E3%82%A4%E3%82%B9%E6%9C%AC%E7%94%BA%E5%BA%97%E6%A7%98_%E3%82%AA%E3%83%97%E3%83%86%E3%82%AA%E3%83%B3%E2%84%A2XP40-R-449AFinal-0329rev.pdf)

²

https://www.ers.ebara.com/introduc/news/%E5%BB%BA%E7%AF%89%E8%A8%AD%E5%82%99%E3%81%A8%E9%85%8D%E7%AE%A1%E5%B7%A5%E4%BA%8B2020_5_K2003_05.pdf

2. 指定製品関係

(1)指定製品の拡大に向けた検討

①A2L 冷媒を使用したビル用マルチエアコン

令和 2 年 2 月 14 日に公表された「新たな指定製品の目標値及び目標年度の設定等について（案）/経済産業省化学物質管理課オゾン層保護等推進室」、「2. 指定製品の最新の動向、(1)総論、及び(2)各論」において、業務用エアコンについては、以下が示されている。

総 論

業務用エアコンディショナーのうち、「ビル用マルチエアコンディショナー」については、低 GWP 微燃性冷媒（HFC-32）の適用検討が機器メーカー各社にて実施されているとともに、（一社）日本冷凍空調工業会（以下、日冷工）を事務局とした、「ビル用マルチエアコンのステークホルダー会議」が設置され、機器メーカー、設備設計業者、施主、建築事業者等を交え課題解決に向けて関係者による議論が進められており、2020 年度中に指定製品化を行う前提とし、目標年度は 2025 年度を目指すこととしてはどうか。

各 論

①ビル用マルチエアコン

「中間とりまとめ」では、「業務用の分離型であって 1 の室外機に 2 以上の室内機を接続して用いる構造のもので各室内機を個別に制御するもの（ビル用マルチエアコンディショナー）」について、以下の理由により、目標値及び目標年度を設定することは妥当ではないとされた。

< 目標値及び目標年度の設定が妥当でないとされた理由 >

冷媒充填量が非常に多く、ビル内の複数の部屋に冷媒を循環させて個別に温度調整することを前提にしているところ、冷媒漏えい発生時には室内に大量の冷媒が充満することとなるため、店舗・オフィス用エアコンディショナーとは別途の微燃性冷媒使用に係る安全性評価の実施が必要であり、現時点では評価中（未了）。安全性評価終了後も、別途、機器又は使用環境に係る安全性確保のための措置の検討が必要となる見込み。

- その後、ビル用マルチエアコンディショナーへの低 GWP 微燃性冷媒（HFC32）の適用検討は機器メーカー各社にて実施。
- 機器の普及のためには製品開発のみならず、安全を確保するために種々の建物を考慮した設置施工に係る手法の検討と普及に向けた施策が必要であり、施主、建築事業者、設備設計事業者や設備事業者等との連携が必要。
- 今般、こうした関係者による会合として、日冷工を事務局とした「ビル用マルチエアコンのステークホルダー会議」が立ち上がり、連携について一定の進展が見られると考えられる。
- こうしたことから、2029 年の極めて厳しい規制の達成のためにも、2020 年度中に指定製品化を行うことを目指すとしてはどうか。その際、目標については、HFC-32 の使用を想定していることから、既に目標設定している家庭用エアコンと同等に 750 とし、目標年度については、キガリ改正による削減が一段と厳しくなることに対応することも考慮し、今後の業界内での議論を経て決定することとするが、早期の達成が望ましく 2025 年度までを目指すこととしてはどうか

これらを踏まえ、本年度は、上記事務局を委託事業の一環として運営することとなった。
 検討会は２回、実施された。それぞれの議事次第は次の通り。

図表 １ A2L(微燃性)冷媒を使用したビル用マルチエアコンに係るステークホルダー会議の議事次第

第 1 回	
日 時	： 10月8日（金）15：00 ～ 17：00
場 所	： オンライン会議(日本冷凍空調工業会(JRAIA)Webex 会議システム)
議 題	： 1 冒頭挨拶(経済産業省) 2 優先課題への取組状況について(日冷工) 3 委員からの質問、自由討議 4 閉会
配布資料	： 資料 1 議事次第（本紙） 資料 2 委員名簿 資料 3 抽出された優先課題に対する課題解決の進め方と活動体制 資料 4 A2L 冷媒ビル用マルチ優先課題解決検討スケジュール 資料 5 A2L 冷媒を採用したビル用マルチの安全装置構成の比較表 参考資料 フロン法省令・告示（概要紙、官報） 参考資料 産構審フロンWG 資料 6 新たな指定製品の目標値及び目標年度の設定等について（案） 参考資料 産構審フロンWG 提出資料 1 指定製品目標設定に関する検討状況について 参考資料 2020 年度 SH 会議資料「A2L ビル用マルチエアコンの課題（201104）」
第 2 回	
日 時	： 1月20日（木）9：00 ～ 11：00
場 所	： オンライン会議(日本冷凍空調工業会(JRAIA)Webex 会議システム)
議 題	： 1 前回（第 1 回）の議事要旨(案)の確認 2 優先課題のうち説明・周知に係る取組状況について （HVAC&R 2022 での A2L 冷媒ビル用マルチ周知に関するプレゼン内容の説明） 3 A2L 冷媒ビル用マルチのコスト試算行為のコンプライアンスチェック結果まとめ 4 その他 優先課題解決の今後の検討スケジュール
配布資料	： 資料 1 議事次第（本紙） 資料 2 委員名簿 資料 3 第 1 回議事要旨(案) 資料 4 HVAC&R 2022 用 A2L 冷媒ビル用マルチ周知 プレゼン資料 資料 5 A2L 冷媒ビル用マルチのコスト試算行為のコンプライアンスチェック結果まとめ 資料 6 2022 年度 A2L 冷媒ビル用マルチ優先課題解決検討スケジュール案 参考資料 第 1 回資料 3 抽出された優先課題に対する課題解決の進め方と活動体制

出典 NRI 作成

②低 GWP 冷媒を使用した業務用冷凍空調機器

指定製品の検討に資することを目的として、自然冷媒を使用した製品が販売されている内蔵型ショーケースとコンデンシングユニット(主に別置形ショーケース用)について、機器メーカー 7 社との意見交換を実施した。

意見交換の内容を機器毎にまとめると次となる。

図表 2 内蔵型ショーケースとコンデンシングユニットに係る自然冷媒の使用などに係る意見交換の内容

内蔵型ショーケース (R-1234yf)	・ 内蔵型ショーケースと自動給茶機で R-1234yf 冷媒を採用、冷媒の価格が高いが、販売価格への転嫁が、顧客のニーズから難しい状況になっている。 ・ 内蔵型ショーケースについては、R-448A への代替も進みつつある。 ・ 国のグリーン調達の一環として、自動給茶機の代替が進んでいる。 ・ 内蔵型ショーケースについては、需要が喚起されるような状態にはなく、また、コンビニやスーパーマーケットで複数台の導入がある場合、別置形ショーケースが採用される傾向にあり、内蔵型で低 GWP 化を進めるインセンティブに乏しい状況にある。
内蔵型ショーケース (R-744(CO ₂))	・ エコキュート用コンプレッサーを改良して適用している。飲料用内蔵型ショーケースが主流となっている。 ・ CO₂ は、低温側をカバーする場合、二段圧縮機を採用する必要がある、効率と価格の面で、飲料用以外の他の内蔵型ショーケースの商品化には至っていない。 ・ 出荷台数が少なく規模のメリットが出せず、また、CO₂ 機器用の部品が高価であることから、補助金が不可欠な状況となっている。
内蔵型ショーケース (R-290)	・ 可燃性冷媒のため、客先での機器管理、メンテナンスのための体制構築が不可欠であり、そういった体制が組める顧客のみに販売している。 ・ R-290 は、R-744 の比較では安価となるが、防爆仕様(冷凍回路に着火源を触れさせない仕様)にする関係で、HFC 機との比較では、高価となる。 ・ R-744 との比較で、R-290 の方が性能は出しやすい。普及に当たっては、現場での据え付けや、ユーザー側の管理、メンテナンス、使用済み時の処理といったところの課題への対応が重要となる。
コンデンシングユニット (R-744(CO ₂))	・ 冷媒に CO₂ を使用したコンデンシングユニットが馬力に応じて複数種、販売している。性能確保のため二段圧縮機を採用しており、国内では補助金により HFC 製品との価格差が調整されている。 ・ 日本での主な顧客は、コンビニやスーパーマーケットであり、別置形ショーケースの熱源として使用されている。 ・ モジュール化し大型化することが可能であり、例えば、20 馬力タイプを 5 台使用することで、倉庫業者でも使用されている。 ・ アジアには、二国間クレジット制度を利用し、累計で数百台が既に輸出されている。 ・ 欧州では、これまで 100 馬力といった大型が主流であったが、最近、中小型機器の販売が増えており、モジュール化の手法も組み合わせ、多様なニーズに応えられる体制が整いつつある。 ・ 現状で、機器を構成する部品の標準が HFC とされており、CO₂ 冷凍機を構成する部品のコストが高くなっている。CO₂ が標準となることで、部品コストが削減され、使

	用済み時の HFC 冷媒の回収までを含めたトータルコストで、HFC 機を下回することは難しいが、ある程度近づく時期が訪れるものと考えている。 ・ 可燃性冷媒の使用は、工場での生産が可能であっても、据え付け時や稼働時の安全性の問題があり、導入にはインフラを含めた、更なる検討が必要と考えている。
--	---

出典 NRI 作成

③産業洗浄剤

指定製品の検討に資することを目的として、産業洗浄剤の代替の状況について、溶剤メーカー 3 社との意見交換を実施した。

意見交換の内容を機器毎にまとめると次となる。

図表 3 産業洗浄剤の代替の状況に係る意見交換の内容

産業洗浄剤	・ HCFC-225 から HFC-365mfc への転換を考えているユーザーはおらず、HCFC-225 から直接、HCFO や HFO への転換が検討される。 ・ HCFC-225 のユーザーにおける在庫の減少を受けて、転換に係る相談が持ち込まれるようになってきている。 ・ HCFC-225 が洗浄剤として機能を発揮する範囲とその能力は高く、HCFO や HFO で完全に代替できるものではない。 ・ また、現 HCFO や HFO は価格が高く、低消耗や密閉化、ガス回収装置の設置など、洗浄システムの改良を行う必要があるケースも見られる。 ・ 無洗浄化や洗浄工程の海外移転を検討しているユーザーも存在する。
-------	--

出典 NRI 作成

④再生冷媒の活用と指定製品制度との関係整理

「モントリオール議定書キガリ改正を踏まえた今後の HFC 規制のあり方について 平成 29 年 11 月 産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ 中央環境審議会地球環境部会フロン類等対策小委員会」の「4. 破壊数量の取扱い」の中で、「なお、冷媒の再生について、環境中への排出抑制の観点からその意義を見直し、フロン類の市中ストックの段階的削減に向けた取組を着実に進める必要がある、との意見があった。」とされている。

一般財団法人日本冷媒環境保全機構が 2021 年 6 月に公表した「冷媒フロン対策の変遷と将来課題・解決～フロン類の管理とフロン排出抑制法の遵守～」では、「フロン類のリユースによる持続的社会的実現」として次のように提案している。

つまり、使用時の冷媒漏えいを減らし、廃棄時には確実に冷媒を回収し、可能な限り冷媒を再生させることで、フロン類の排出抑制と資源の有効活用、冷凍空調機器ユーザーの事業の持続性を確保しようとする提案である。

図表 4 一般財団法人日本冷媒環境保全機構の提案

機器使用時漏えい・・・冷媒の生産削減による影響

次世代冷媒・・・導入には時間がかかる

現在、産・官・学が協力し国際的にも研究開発中だが、まだまだ時間がかかる

HFC冷媒・・・今後も継続使用が必要となる

次世代冷媒候補の多くはHFCとの混合で使えないと能力がでない

企業と国民は上記の現実を理解し対応

この漏えいを放置し続けると数年後に確実に補充冷媒の入手も困難となり、価格も高騰する

解決策：フロン排出抑制法の遵守

1. 使用時の冷媒漏えいを防ぐためにも、機器の所有者は責任をもって使用時冷媒漏えいを減らす
2. 機器廃棄時には確実に冷媒を回収し、可能な限り冷媒を再生する

25



一般財団法人 日本冷媒・環境保全機構

フロン類のリユースによる持続的社会的実現

1994年に全廃となったハロン（消化剤）は、現在「ハロンバンク」としてハロンを回収と再利用され厳格に運用されている



今までは・・・

冷凍空調機器のフロンは無害・無臭・安価
冷媒漏えい：常識！
整備時は躊躇せずに充填！
冷媒の充填・回収を経営数値に入れていない！

これからは・・・

定期点検による使用時の冷媒漏えい対策
廃棄時の確実なフロン回収と回収量の把握
企業として所有機器とフロン類総量の管理と把握
社内規定修正：破壊→再生

漏えいを減らす（REDUCE）
再生冷媒を使う（REUSE）
回収冷媒を再生する（RECYCLE）

26



一般財団法人 日本冷媒・環境保全機構

出典「冷媒フロン対策の変遷と将来課題・解決 ～フロン類の管理とフロン排出抑制法の遵守～」一般財団法人日本冷媒環境保全機構 https://jreco-rams.jp/common/pdf/latest_information/freon_20210625.pdf

フロン排出抑制法では、第 4 条第 2 項と第 5 条に以下の規定がある。

図表 5 フロン排出抑制法の第 4 条第 2 項と第 5 条

第四条（製造業者等の責務）

2 指定製品の製造業者等は、前条第一項の指針に従い、フロン類代替物質を使用した製品の開発、指定製品の使用等に際して排出されるフロン類によりもたらされるオゾン層の破壊及び地球温暖化への影響の程度（次条第一項及び次章第二節において「使用フロン類の環境影響度」という。）の低減その他フロン類の使用の合理化のために必要な措置を講ずるよう努めるとともに、国及び地方公共団体がフロン類の使用の合理化のために講ずる施策に協力しなければならない。

第五条（指定製品及び特定製品の管理者の責務）

指定製品の管理者は、第三条第一項の指針に従い、使用フロン類の環境影響度の小さい指定製品の使用等に努めなければならない。

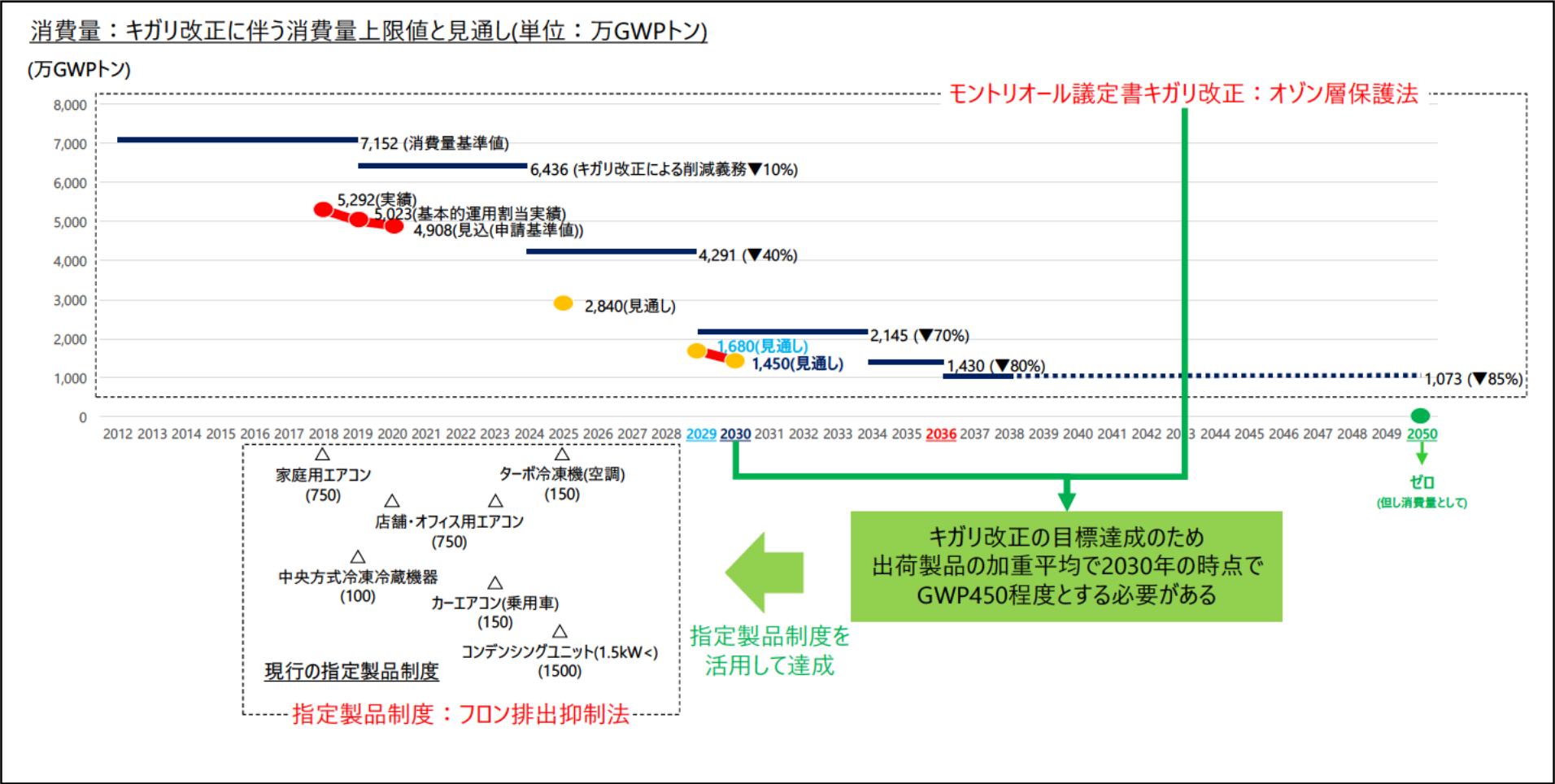
出典 フロン排出抑制法

上記及び第十三条などに基づき、指定製品の製造業者等は低 GWP の機器を製造し、指定製品の管理者は、その製品の使用等に努めることが規定されている。

図表 4 の概念に基づき、モントリオール議定書キガリ改正の遵守と指定製品制度との関係を以下の図に示す。

第 15 回産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン类等対策ワーキンググループ 資料 3-1 フロン排出抑制法に基づくフロン類使用見通し（案）でも示された通り、キガリ改正の 2029 年から 2034 年の間の目標値を達成するためには、出荷される冷媒使用機器の GWP の加重平均値で 450 程度とすることが求められており、これは、指定製品制度の活用により達成していくことが求められている。

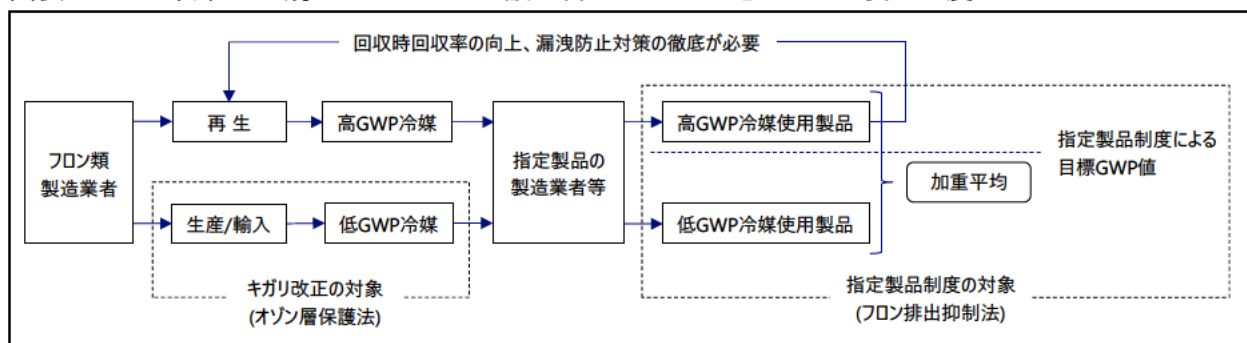
図表 6 モントリオール議定書キガリ改正の遵守と指定製品制度との関係



出典 NRI 作成

再生冷媒という観点で、モントリオール議定書キガリ改正の遵守と指定製品制度との関係を再度、整理すると次となる。

図表 7 再生冷媒という観点でモントリオール議定書キガリ改正の遵守と指定製品制度との関係を再整理



出典 NRI 作成

つまり、高 GWP 冷媒の資源循環の系を作り出すことで、フロン類製造業者は、低 GWP 冷媒の生産に集中することが可能となり、また、高 GWP 冷媒使用機器を使用しているユーザーにも、低 GWP 冷媒使用機器への過度な転換要求を回避することが可能になると考えられる。

言い換えると、冷媒のマテリアルバランスを踏まえた上で、再生冷媒を活用した循環の系が作られることで、指定製品制度を通して、キガリ改正の目標達成が可能になると考えることができる。

(2)プレチャージ輸入品に関する調査

① 店舗・事務用エアコン、一体型冷凍冷蔵機器（コンデンシングユニット、業務用一体型冷凍冷蔵機器・内蔵シヨークース）

a. 調査票の作成

この製品カテゴリーについては、昨年度、一般社団法人日本冷凍空調工業会の協力を得て、同工業会から関係企業に調査票を配布して頂くことで実施し、関係する各企業から回答を得た。本年度は、昨年度回答を得た企業に直接、調査票を配布した。

調査票は製品毎冷媒別に次頁の通り作成した。なお、平成 30 年度、令和元年度の数値情報は昨年度調査で把握されていることから、回答があった内容を配布前調査票に入力された状態として、訂正についても受け付けた。

プレチャージ輸入品は、機種により 1 台当たり冷媒充填量が異なることがあり、今後の傾向として、冷媒充填量の違いによる輸入量の増減を確認するため、本調査では、1 台当たり冷媒充填量が異なる機器毎に記入頂き、さらに、今後の傾向について、定性的に回答頂く方法を採用した。

図表 8 製品毎冷媒別に作成した調査票（店舗・事務所用エアコン、R-407C の例）

令和2年度(4月～3月)に国内出荷を目的に輸入した機器で、冷媒が充填された状態で輸入しているもの(プレチャージ品)について、機器別冷媒毎にシートを分けて作成しております。各シートに該当する機器・冷媒についての、異なる1台当たり冷媒充填量の別に年間輸入台数を記入して下さい。

平成30年度、令和元年度は昨年度調査にて記入頂きました内容です。

本調査票の対象機器	店舗・事務所用エアコンディショナー（第一種特定製品のうち、建築物において、店舗、事務所等の用途に供する部分における空気調和を主たる目的とするエアコンディショナーであって、表二に掲げるもの以外のものをいう。） （表二：表ニシートを参照）
本調査票の対象冷媒	R-407C

以下は、1台当たり冷媒充填量が異なる機器毎に記入して下さい。なお、記入欄が足りない場合は、適宜、挿入追加して下さい。

[illegible]

上記で記入された数値情報について以下の設問に回答下さい。

問 上記対象機器、対象冷媒製品について、今後3～5年程度期間の国内出荷を目的に輸入する機器の増減の見通しについて、選択肢を選び欄に○を記入して下さい。

11

11/11/2019

Page 10

本調査は以上です。ご協力、ありがとうございました。

b. 調査対象及び回答

調査対象と回答は次の通り。

図表 9 調査対象と回答

対象機器		店舗・事務用 エアコン				コンデンシング ユニット				業務用一体型冷 凍冷蔵機器				内蔵ショーケース				
冷媒種		R-407C	R-410A	R-32	R-134a	R-404A	R-407C	R-410A	R-32	R-134a	R-404A	R-407C	R-410A	R-134a	R-404A	R-407C	R-410A	R-134a
調査対象																		
回答社数		1	3	2	0	3	0	1	0	2	3	0	0	5	1	0	0	2

c. 調査結果

調査結果の機器毎の集計は次の通り。

図表 10 店舗・事務用エアコン_R-407C(回答社数=1)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t-CO ₂ /年)
平成 30 年度	1,808	10.537	18,650
令和元年度	1,166	6.323	11,191
令和 2 年度	655	3.510	6,212

図表 11 店舗・事務用エアコン_R-410A(回答社数=3)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	23,579	154.561	323,033
令和元年度	24,775	161.300	337,118
令和 2 年度	23,099	152.840	319,436

図表 12 店舗・事務用エアコン_R-32(回答社数=2)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	67,232	202.227	136,503
令和元年度	84,975	261.644	176,609
令和 2 年度	40,178	114.546	77,319

図表 13 店舗・事務用エアコン_合計

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	92,619	367.325	478,187
令和元年度	110,916	429.267	524,918
令和 2 年度	63,932	270.896	402,967

図表 14 コンデンシングユニット_R-404A(回答社数=3)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	589	0.869	3,406
令和元年度	413	0.490	1,919
令和 2 年度	740	0.721	2,827

図表 15 コンデンシングユニット_R-410A(回答社数=1)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	83	1.079	2,255
令和元年度	159	2.067	4,320
令和 2 年度	59	0.767	1,603

図表 16 コンデンシングユニット_R-134a(回答社数=2)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	2,484	0.472	675
令和元年度	913	0.159	227
令和 2 年度	836	0.153	219

図表 17 業務用一体型冷凍冷蔵機器_R-404A(回答社数=3)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	1,646	1.385	5,429
令和元年度	3,382	2.852	11,179
令和 2 年度	253	0.203	794

図表 18 業務用一体型冷凍冷蔵機器_R-134a(回答社数=5)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	26,371	3.359	4,803
令和元年度	42,721	5.585	7,987
令和 2 年度	25,862	3.031	4,335

図表 19 内蔵型冷凍冷蔵ショーケース_R-404A(回答社数=1)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	6,140	1.398	5,482
令和元年度	4,486	1.875	7,351
令和 2 年度	2,954	1.142	4,476

図表 20 内蔵型冷凍冷蔵ショーケース_R-134a(回答社数=2)

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	5,284	0.365	0
令和元年度	7,118	0.436	0
令和 2 年度	8,375	0.524	0

図表 21 業務用一体型冷凍冷蔵機器・内蔵型冷凍冷蔵ショーケース_合計

	輸入台数	左記に含まれて輸入される冷媒の量	
	(台/年)	(t/年)	(t- CO ₂ /年)
平成 30 年度	71,663	13.056	28,476
令和元年度	99,867	19.007	41,534
令和 2 年度	49,407	8.422	17,693

② カーエアコン

a. 調査票の作成

この製品カテゴリーについては、一般社団法人日本自動車工業会及び日本自動車輸入組合の協力を得て、各機関から関係企業に調査票を配布して頂くことで実施した。

調査票は次の通り作成した。

なお、平成 30 年、令和元年の数値情報は昨年度調査で把握されていることから、回答があった内容を配布前調査票に入力された状態として、訂正についても受け付けた。

図表 22 調査票

経済産業省 令和3年度 フロン類及び指定製品の製造業者等に関する調査																																
問い合わせ先: 経済産業省オゾン層保護等推進室 担当																																
令和2年(1月～12月)に輸入した自動車に搭載されているエアコンディショナーで、冷媒(R-134a)が充填された状態で輸入しているもの(プレチャージ品)について、車種別に1台当たり冷媒充填量と自動車輸入台数(通関実績)を記入して下さい。 平成30年、令和元年は昨年度調査にて記入頂きました内容です。記入欄が足りない場合は、適宜、追加して下さい。																																
平成30年																																
区 分	型 式 または 車 名	1台当たり冷媒(R-134a)充填量 (g/台)	平成30年自動車輸入台数(通関実績) (台/年)	平成30年に冷媒を充填した状態で輸入された(通関実績)車両に含まれるR-134a冷媒の量 (g/年)																												
		①	②	③=①×②																												
貨 物				0																												
				0																												
				0																												
乗 合				0																												
				0																												
				0																												
乗用車				0																												
				0																												
				0																												
				0																												
計		-	0	0																												
令和元年(平成31年)																																
区 分	型 式 または 車 名	1台当たり冷媒(R-134a)充填量 (g/台)	令和元年自動車輸入台数(通関実績) (台/年)	令和元年に冷媒を充填した状態で輸入された(通関実績)車両に含まれるR-134a冷媒の量 (g/年)																												
		①	②	③=①×②																												
貨 物				0																												
				0																												
				0																												
乗 合				0																												
				0																												
				0																												
乗用車				0																												
				0																												
				0																												
				0																												
計		-	0	0																												
令和2年																																
区 分	型 式 または 車 名	1台当たり冷媒(R-134a)充填量 (g/台)	令和2年自動車輸入台数(通関実績) (台/年)	令和2年に冷媒を充填した状態で輸入された(通関実績)車両に含まれるR-134a冷媒の量 (g/年)																												
		①	②	③=①×②																												
貨 物				0																												
				0																												
				0																												
乗 合				0																												
				0																												
				0																												
乗用車				0																												
				0																												
				0																												
				0																												
計		-	0	0																												
昨年度調査で記入頂いた担当の方の連絡先等は以下の通りです。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">輸入者(貴社)の名称</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="width: 10%;">本調査票 記入担当者</td> <td style="width: 20%;">氏 名</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%;">連絡先電話番号</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>E-mailアドレス</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table> 本年度調査で上記以外の方が記入された場合、ご担当の方の連絡先等を以下に記入して下さい。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">輸入者(貴社)の名称</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="width: 10%;">本調査票 記入担当者</td> <td style="width: 20%;">氏 名</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%;">連絡先電話番号</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>E-mailアドレス</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>					輸入者(貴社)の名称					本調査票 記入担当者	氏 名		連絡先電話番号		E-mailアドレス				輸入者(貴社)の名称					本調査票 記入担当者	氏 名		連絡先電話番号		E-mailアドレス			
輸入者(貴社)の名称																																
本調査票 記入担当者	氏 名		連絡先電話番号																													
	E-mailアドレス																															
輸入者(貴社)の名称																																
本調査票 記入担当者	氏 名		連絡先電話番号																													
	E-mailアドレス																															
本調査は以上です。ご協力、ありがとうございました。																																

b. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 23 調査対象と回答（R-134a_合計）（回答社数=31）

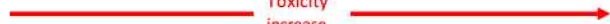
	自動車輸入台数（通関実績）			左記に含まれて輸入される冷媒の量					
	(台/年)			(t/年)			(t- CO ₂ /年)		
	貨 物	乗 合	乗用車	貨 物	乗 合	乗用車	貨 物	乗 合	乗用車
平成 30 年	24,074	55	325,669	10.067	0.352	180.645	14,395	504	258,323
令和元年	21,693	56	298,995	9.210	0.231	169.711	13,171	330	242,687
令和 2 年	21,997	14	241,793	9.626	0.017	136.720	13,765	24	195,510

(3)中長期的なフロン類フェーズダウンに向けた検討調査(可燃性冷媒を使いこなす社会の実現に向けて)

①冷媒の分類

冷媒は、ISO817/ASHRAE34 により、燃焼性と毒性の観点から、次の通り分類されている。

図表 24 ISO817/ASHRAE34 による冷媒の分類

Higher Flammability [exhibits flame propagation when tested at 60°C (140°F) and 101.3 kPa (14.7 psia) and has an LFL < 0.10 kg/m3 (0.0062 lb/ft3) or it has a heat of combustion > 19000 kJ/kg (8169 BTU/lb)]	Higher Flammability <table><tr><td> A3 R-290 (Propane), R-600 (Butane), R-600a (Isobutane), R-429A, R-430A, R-431A </td><td> B3 </td></tr></table>		A3 R-290 (Propane), R-600 (Butane), R-600a (Isobutane), R-429A, R-430A, R-431A	B3	Burning Velocity and Heat of Combustion Increase 
A3 R-290 (Propane), R-600 (Butane), R-600a (Isobutane), R-429A, R-430A, R-431A	B3				
Flammable [exhibits flame propagation when tested at 60°C (140°F) and 101.3 kPa (14.7 psia), has an LFL > 0.10 kg/m3 (0.0062 lb/ft3) and has a heat of combustion < 19000 kJ/kg (8169 BTU/lb)]	Flammable <table><tr><td> A2 R-152a, R-413A, R-439A, R-440A </td><td> B2 R-40 (Methyl Chloride) </td></tr></table>		A2 R-152a, R-413A, R-439A, R-440A	B2 R-40 (Methyl Chloride)	
A2 R-152a, R-413A, R-439A, R-440A	B2 R-40 (Methyl Chloride)				
Lower Flammability [exhibits flame propagation when tested at 60°C (140°F) and 101.3 kPa (14.7 psia), has an LFL > 0.10 kg/m3 (0.0062 lb/ft3) and has a heat of combustion < 19000 kJ/kg (8169 BTU/lb) and has a maximum burning velocity ≤ 10 cm/s (3.9 in/s) when tested at 23°C (73.4°F) and 101.3 kPa (14.7 psia)]	Lower Flammability <table><tr><td> A2L R-1234yf, R-1234ze(E), R-32, R-452B, R-454A, R-454B </td><td> B2L R-717 (Ammonia) </td></tr></table> maximum burning velocity = 10 cm/s		A2L R-1234yf, R-1234ze(E), R-32, R-452B, R-454A, R-454B	B2L R-717 (Ammonia)	
A2L R-1234yf, R-1234ze(E), R-32, R-452B, R-454A, R-454B	B2L R-717 (Ammonia)				
No Flame Propagation [does not exhibit flame propagation when tested at 60°C (140°F) and 101.3 kPa (14.7 psia)]	No Flame Propagation <table><tr><td> A1 R-22, R-134a, R-404A, R-407C, R-410A, R-448A, R-449A, R-450A, R-452A, R-466A, R-1233zd(E) </td><td> B1 R-123, R-514A </td></tr></table>		A1 R-22, R-134a, R-404A, R-407C, R-410A, R-448A, R-449A, R-450A, R-452A, R-466A, R-1233zd(E)	B1 R-123, R-514A	
A1 R-22, R-134a, R-404A, R-407C, R-410A, R-448A, R-449A, R-450A, R-452A, R-466A, R-1233zd(E)	B1 R-123, R-514A				
	Lower Toxicity [OEL ≥ 400 ppm]	Higher Toxicity [OEL < 400 ppm]			
Toxicity increase 					

出典 Chemical, Physical, and Environmental Properties of ASHRAE 34 and ISO 817 CHAPTER TWO/ AHRI

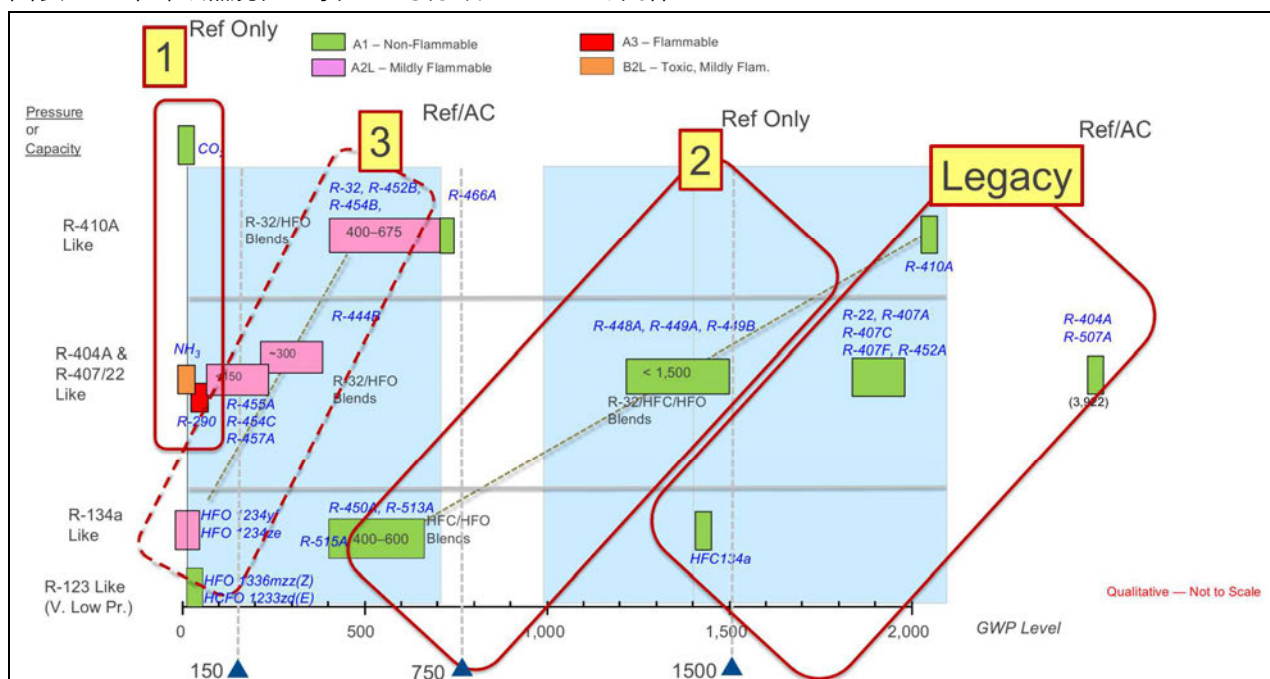
また、冷媒の燃焼性と毒性による分類と GWP との関係としては、次の整理がある。

中長期的に冷媒を考えると、GWP は低いことが求められ、次の図に見られる通り、HFO や HCFO、その混合である、R-454A や R-454C、R-457A などの混合冷媒、さらに、R-290、NH₃、CO₂ が候補として考えられる。

燃焼性と毒性という面で、各冷媒の状況を整理すると次となる。

- ・ HFO-1336mzz(Z)や HCFO-1233zd(E)などの A1 冷媒については、既存のインフラに変更を加えることがなく適用可能である。なお、A1 冷媒である CO₂ については、作動時の圧力が高いことから、機器側での安全対策が必要となっている。
- ・ HFO-1234yf や HFO-1233ze などの A2L についても、既に規格が定められ、順次、適用が進められている。
- ・ NH₃ などの B2L 冷媒については、毒性が明確に管理される用途に限られており、大型の冷凍倉庫などで CO₂ との二元式を採用するなどでシステムとして実用化が図られている。
- ・ R-290 などの A3 冷媒については、一体型の小型冷凍冷蔵機器で既に導入が進みつつある。

図表 25 冷媒の燃焼性と毒性による分類と GWP との関係整理



出典 US Refrigerant Regulations Update and Emerging Trends/ Jennifer Butsch, Rajan Rajendran, and Ken MonnierE360 Breakfast, Orlando 2020 / EMERSON

A2L 冷媒については、短期的な対応が既に進められており、B2L 冷媒については、その用途について、毒性が明確に管理されることが前提として使用されることから、中長期的なフロン類フェーズダウンに向けた検討としては、今後、スーパーマーケットやコンビニエンスストア、さらに、一般の家庭でも使用されることが想定される A3 冷媒を対象とする。

②冷媒に係る規格や基準などの整理と冷媒充填量制限

冷媒は世界的に使用されており、世界的に整備されている規格や基準などと、それに対する日本の規格などを整理すると次となる。

冷媒充填量制限は、ISO5149 と IEC60335 の双方で規定されている。ISO5149 と IEC60335 の関係は、NEDO 報告書において以下の通り、まとめられている。

図表 26 ISO5149 と IEC60335 の関係

「次期の改定については、ISO 5149-1、2、3 は 2024 年に向けて、ISO 5149-4 は 2022 年に向けて検討が進められている。ISO 5149 は、IEC 60335-2-40 や IEC 60335-2-89 のような個別の機器の安全規格と並列して存在しており、個別の規格がある場合はそれらが ISO5149 よりも優先して適用される。ただし、個別の規格がない冷凍空調に関連する製品も存在するため、ISO 5149 は IEC 規格と整合を採っていく必要があると考えられている。このため、次期の改定においては、個別の機器に対する IEC 規格との整合性をいかに確保していくかが重要なポイントとなっている。

現時点の IEC 60335-2-40 は 2018 年 1 月に発行された Ed.6 であるが、すでに次期 Ed.7 の委員会原案 CDV が 2020 年に採択されており、2021 年の改定発行を目標として検討が進められている。」

出典 NEDO「次世代冷媒・冷凍空調技術の基本性能・最適化・評価手法および安全性・リスク評価」第 3 部次世代冷媒の規制・規格の調査/公益社団法人日本冷凍空調学会次世代冷媒に関する調査委員会/2021 年 3 月 31 日

図表 27 冷媒の使用に係る規格や基準などの整理

規格や基準等		世 界	日 本
冷媒の消費規制		✓モントリオール議定書キガリ改正	✓オゾン層保護法
冷媒規格		✓ISO817: Refrigerants/Designation and Safety Classification	✓ISO を使用 ✓但し、HFC の混合冷媒の規格のみ JIS K1562:2016 ハイドロフルオロカーボン系混合冷媒がある
安全基準	全般	✓ISO5149-1:2014; Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements — Part 1: Definitions, classification and selection criteria ✓ISO-5149-2:2014; Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation ✓ISO-5149-3:2014; Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements — Part 3: Installation site ✓ISO-5149-4:2014; Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements — Part 4: Operation, maintenance, repair and recovery	✓高圧ガス保安法(冷凍保安規則、一般高圧ガス保安規則) ✓ KHKS0302-1：冷凍空調装置の施設基準〔フルオロカーボン及び二酸化炭素の施設編〕 ✓ KHKS0302-2：冷凍空調装置の施設基準〔フルオロカーボン(不活性のものに限る)冷凍能力 20 トン未満の施設編〕 ✓ KHKS0302-3：冷凍空調装置の施設基準〔可燃性ガスの施設編〕 ✓ KHKS0302-4：冷凍空調装置の施設基準〔アンモニアの施設編〕 ✓ KHKS0302-5：冷凍空調装置の施設基準〔特定不活性ガスの施設編〕 ✓フロン排出抑制法 ✓(一社)日本冷凍空調工業会の業界基準の特定不活性ガスを使用した冷媒設備に対する措置及び冷媒漏えい検知警報器要求事項
	機器別	✓IEC60335-1:2020; Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements ✓IEC60335-2-24:2020; Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice makers ✓IEC60335-2-34:2021; Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-34: Particular requirements for motor-compressors ✓IEC60335-2-40:2018; Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers ✓IEC60335-2-89:2019; Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances and ice-makers with an incorporated or remote refrigerant unit or motor-compressor	✓JIS C 9335-1：家庭用及びこれに類する電気機器の安全性－第 1 部：通則 ✓JIS C 9335-2-24：冷却用機器、アイスクリーム機器及び製氷機の個別要求事項 ✓JIS C 9335-2-34：電動圧縮機の個別要求事項 ✓JIS C 9335-2-40：エアコンディショナ及び除湿機の個別要求事項 ✓JIS C 9335-2-89：業務用冷凍冷蔵機器の個別要求事項 ✓(一社)日本冷凍空調工業会の A2L 冷媒を使用した機器に対する安全機能要求事項及びガイドライン及び R744 を使用した小型冷凍装置の安全基準
建築物		—	✓建築基準法

出典 NRI 作成

ISO5149 の冷媒充填量基準は、ISO 5149 パート 1 の附属書 A に定められており、下記の手順で決定する。

図表 28 ISO5149 の冷媒充填量基準の決定

① 3 つの占有カテゴリと 4 つの設置場所分類でどの分類に当てはまるか定める。

3 つの占有カテゴリ

分類	一般特性	例
General occupancy 一般占有 a	下記のような部屋、建物の一部、建物 -睡眠施設が提供され、 -人々は動きが制限されており、 -管理されていない人数がいる、または -誰もが必要な安全上の注意事項を個人的に知らなくても アクセスできる場所。	病院、裁判所または刑務所、劇場、スーパーマーケット、学校、講堂、公共交通機関のターミナル、ホテル、住居、およびレストラン
Supervised occupancy 管理占有 b	限られた人数のみがいる部屋あるいは建物の一部、建物で、そこにいる人は施設の一般的な安全上の注意事項を必然的に知っている。	ビジネスまたは専門のオフィス、研究所、一般的な製造場所であり、人々が働く場所
Authorized occupancy 承認占有 c	権限のある人のみがアクセスできる部屋あるいは建物の一部、建物であり、アクセスできる人は施設の一般および特別な安全上の注意事項を熟知し、その場所では材料または製品の製造、加工、または保管が行われる。	製造施設、例えば 化学薬品、食品、飲料、氷、アイスクリーム、製油所、冷蔵倉庫、乳製品、屠殺場、およびスーパーマーケットの非公共エリア
例のリストは完全ではありません。		

4 つの設置場所分類

分類	説明
Class I mechanical equipment located within the occupied space	冷凍システムまたは冷媒を含む部品が占有スペースにある場合、システムが Class II の要件に準拠していない限り、システムは Class I であると見なされる。
Class II Compressors in machinery room or open air	すべてのコンプレッサーと圧力容器が機械室または屋外にある場合、システムが Class III の要件に適合しない限り、Class II の場所の要件が適用される。コイル型の熱交換器とバルブを含む配管は、占有スペースに配置できる。 例 冷蔵倉庫
Class III Machinery room or open air	すべての冷媒含有部品が機械室または屋外にある場合、Class III の場所の要件が適用される。機械室は、ISO 5149-3 の要件を満たさなければならない。 例 水冷チラー
Class IV Ventilated enclosure	冷媒を含むすべての部品が換気筐体内にある場合、Class IV の場所の要件が適用される。換気筐体は、ISO 5149-2 および ISO 5149-3 の要件を満たしている必要がある。

② ①の分類に当てはめて、提示されている表を基に、毒性等級による冷媒充填量の制限値を求める。

提示されている表

Toxicity class	Occupancy classification		Location classification			
			I	II	III	IV
A	a		Toxicity limit $\times$ Room volume or see A.5		No charge restriction	The charge requirements shall be assessed according to location classification I , II , or III , depending on the location of the ventilated enclosure
	b	Upper floors without emergency exits or below ground floor level	Toxicity limit $\times$ Room volume or see A.5	No charge restriction		
		Other	No charge restriction			
	c	Upper floors without emergency exits or below ground floor level	Toxicity limit $\times$ Room volume or see A.5			
		Other	No charge restriction			
	B	a		For sealed absorption systems, Toxicity limit $\times$ Room volume and < 2.5 kg, All other systems, Toxicity limit $\times$ Room volume		
b		Upper floors without emergency exits or below ground floor level	Toxicity limit $\times$ Room volume or see A.5	Charge not more than 25 kg		
		Density of personnel $<$ person per 10 m ²	Charge not more than 10 kg	No charge restriction		
		Other	Charge not more than 10 kg	Charge not more than 25 kg		
c		Density of personnel $<$ person per 10 m ²	Charge not more than 10 kg and emergency exits are available	No charge restriction		
		Other	Charge not more than 10 kg	Charge not more than 25 kg		

ISO5149-3:2014, 5.2 and 8.1 applies.

③ ①の分類に当てはめて、提示されている表を基に、燃焼性等級による冷媒充填量の制限値を求める。

Flammability class	Occupancy classification		Location classification						
			I		II	III	IV		
2L	a	Human comfort	According to A.4 and $< 1.5 \times m_2$ or according to A.5 and not more than $1.5 \times m_3$		No charge restriction	$< 1.5 \times m_3$			
		Other applications	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \times m_2$ or according to A.5 and $< 1.5 \times m_3$						
	b	Human comfort	According to A.4 and $< 1.5 \times m_2$ or according to A.5 and not more than $1.5 \times m_3$						
		Other applications	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \times m_2$ or according to A.5 and $< 1.5 \times m_3$	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 25 \text{ kg}$ or according to A.5 and $< 1.5 \times m_3$					
	c	Human comfort	According to A.4 and $< 1.5 \times m_2$ or according to A.5 and not more than $1.5 \times m_3$						
		Other applications	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \times m_2$ or according to A.5 and $< 1.5 \times m_3$	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 25 \text{ kg}$ or according to A.5 and $< 1.5 \times m_3$					
		$< 1 \text{ person per } 10 \text{ m}^2$	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 50 \text{ kg}$ or according to A.5 and $< 1.5 \times m_3$	No charge restriction					
	2	a	Human comfort	According to A.4 and $< 1.5 \times m_2$			No charge restriction	$< m_3$	
			Other applications	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \times m_2$					
b		Human comfort	According to A.4 and $< 1.5 \times m_2$						
		Other applications	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \times m_2$						
c		Human comfort	According to A.4 and $< 1.5 \times m_2$						
		Other applications	Below ground	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \times m_2$					
			Above ground	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 10 \text{ kg}$	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 25 \text{ kg}$				
3	a	Human comfort	According to A.4 and $< m_2$		Other applications	$< m_3$			
		Other applications	Below ground	Only sealed systems: $0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1 \text{ kg}$	$< 1 \text{ kg}$				
			Above ground	Only sealed systems: $0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1.5 \text{ kg}$	$< 5 \text{ kg}$				
	b	Human comfort	According to A.4 and $< m_2$		Other applications				
		Other applications	Below ground	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1 \text{ kg}$			$< 1 \text{ kg}$		
			Above ground	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 2.5 \text{ kg}$			$< 10 \text{ kg}$		
	c	Human comfort	According to A.4 and $< m_2$		Other applications				
		Other applications	Below ground	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 1 \text{ kg}$			$< 1 \text{ kg}$		
			Above ground	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 10 \text{ kg}$	$0.2 \times \text{LFL} \times \text{Room volume}$ and $< 25 \text{ kg}$		No charge restriction		

$m_2=26\text{m}^3 \times \text{LFL}$
 $m_3=130\text{m}^3 \times \text{LFL}$
ISO 5149-3:-, 5.2 and 8.1 applies.

※表中で参照している A.4 および A.5 は、ISO 5149-1 の附属書 A の節番号

出典 NEDO「次世代冷媒・冷凍空調技術の基本性能・最適化・評価手法および安全性・リスク評価」第3部次世代冷媒の規制・規格の調査/公益社団法人日本冷凍空調学会次世代冷媒に関する調査委員会/2021年3月31日

IEC60335-2 における最大冷媒充填量は、-40 と-89 のそれぞれの附属書 GG で規定されており、冷媒充填量の制限は、ISO5149 と同様、制限係数により制約され、また、-40 における毒性等級 B の冷媒は ISO5149 に従うなど、一部で ISO5149 を参照する関係がある。

IEC60335-2-40 は改訂作業が進められているが、現状では、燃焼等級 2 及び 3 の冷媒については、 $m_1=4 \times \text{LFL}$ 、 $m_2=26 \times \text{LFL}$ 、 $m_3=130 \times \text{LFL}$ の 3 つの制限係数が設定され、例えば、換気されていない場所での最大冷媒充填量は、 $m_1 < m_c < m_2$ の範囲として、次の式を満たすことが求められる。

図表 29 換気されていない場所での最大冷媒充填量の計算例

冷媒充填量の制限は、ISO 5149 と同様に、制限係数 m_1 、 m_2 、 m_3 により制約されている。燃焼等級 2 および 3 の冷媒に対する係数は下記の通り、ISO 5149 と同じである。

$$m_1 = 4 \times \text{LFL} \quad (2.2-5)$$

$$m_2 = 26 \times \text{LFL} \quad (2.2-6)$$

$$m_3 = 130 \times \text{LFL} \quad (2.2-7)$$

換気されていない場所での最大冷媒充填量は、 $m_1 < m_c < m_2$ の範囲で、ISO 5149 と同一で下記で与えられている。

$$m_{\max} = 2.5 \times \text{LFL}^{1.25} \times h_0 \times A^{0.5}, \text{ not exceed } m_{\max} = 0.75 \times \text{LFL} \times h_0 \times A \quad (2.2-11)$$

ここで、

$m_{\max}$: 部屋で許容される冷媒の最大充填量 (kg)

LFL : 冷媒の燃焼下限界濃度 (kg/m³)

h_0 : 漏えい高さ (m)

A : 部屋の面積 (m²)

但し、 h_0 については、 h_{rel} を定義して、下記で与えている。

$$h_0 = h_{\text{inst}} + h_{\text{rel}}, \text{ または, } 0.6 \text{ m の高い方} \quad (2.2-12)$$

ここで

h_{inst} : 機器の設置高さ (m)

h_{rel} : 漏えい場所のオフセット (m)

h_{inst} の参考値として、下記が与えられている。

-床置の場合、0.0 m

-窓取り付けの場合、1.0 m

-壁取り付けの場合、1.8 m

-天井取り付けの場合、2.2 m

出典 NEDO「次世代冷媒・冷凍空調技術の基本性能・最適化・評価手法および安全性・リスク評価」第 3 部次世代冷媒の規制・規格の調査/公益社団法人日本冷凍空調学会次世代冷媒に関する調査委員会/2021 年 3 月 31 日

2020 年 10 月 30 日に可決された IEC 60335-2-40 の改訂案(ED7)では、天井高が 2.2m で広さが 20m² ある部屋の場合、天井に取り付けられたルームエアコンには 334g の R290 充填量が許可され、同条件の部屋の場合、R290 の制限は以下になるとされている³。

- ・標準の分割システムの場合：334g
- ・堅牢な設計で追加の構造要件を満たす場合：585g
- ・十分な気流が確保されている場合：836g

³ 「IEC がルームエアコンの炭化水素充填量引き上げに関する改正案を提出」/ ACCELERATE/
<https://acceleratejapan.com/iec-rac-hc-chargelimit/>

※冷媒漏えいを確実に検出するため、ガス検出器が必要になる場合がある。

- ・安全遮断弁を使用し、R290 の漏えい量が制限量未満になるよう設計した場合：988g

IEC60335-2-89 では、最大冷媒充填量が LFL の 13 倍と 1.2 kg のうち小さい値と規定されている。A3 冷媒である R290 の場合、LFL が 0.038 kg/m^3 であり、最大冷媒充填量は 0.494 kg となる。また、IEC 60335-2-89 で、0.15 kg 超の可燃性冷媒が充填された機器を設置する部屋は、冷媒量が部屋の容積に対し LFL の 1/4 となる最小設置床面積以上の床面積を持っていないと規定されたことから、最大冷媒充填量の 0.494 kg の R290 を充填した機器は 23.7m^2 以上の床面積の部屋に置かなければならない⁴。

0.15 kg 超の可燃性冷媒が充填された機器に求められる要件は次の通り。

図表 30 0.15 kg 超の可燃性冷媒が充填された機器に求められる要件

- ・ Refrigeration circuit has to be hermetically sealed
- ・ Refrigerant-containing parts shall be protected and not be an accessible part
- ・ Appliance shall be constructed to not cause excessive vibration or resonance
- ・ Appliance shall be marked with the minimum room floor area in which the appliance is permitted to be installed (With some exceptions)
- ・ Air-flow is the main factor to minimize the risk of flammable cloud around the appliance
- ・ Appliance shall be constructed to pass the Annex CC test to prevent flammable refrigerant concentration
- ・ In case of doors/drawers the Annex CC includes door opening test after full charge release inside closed cabinet

出典 New Charge Limits In The Commercial Sector And Overview Of Other Standards Related To Flammable Refrigerants/ Marek Zgliczynski, R&D Director, Embraco North America

可燃性冷媒の普及で鍵となる、IEC 60335-2-40 と IEC60335-2-89 の状況を踏まえると、中長期とは言え、現状で普及に向けた検討が行える機器は、以下となる。

- ・ HFC 冷媒で充填量が 2kg 程度未満(R-290 で 1kg 程度未満)のルームエアコン
- ・ HFC 冷媒で充填量が 1kg 程度未満(R-290 で 500g 程度未満)の業務用一体型冷凍冷蔵機器

③A3 冷媒を使用した機器のリスクアセスメントの実施

このような中で、（一社）日本冷凍空調工業会は、A3 冷媒を使用した家庭用エアコンと内蔵ショーケースに係るリスクアセスメントの結果を公表している。

「A3 冷媒を使用した家庭用エアコンのリスクアセスメント結果と今後の対応 高市健二ら、2021 年」では、「輸送・保管時」、「据付時」、「使用時の室内と室外」、「修理時」、「撤去時」について、「A3 冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスクアセスメント及び安全規格 山下浩司ら、2021 年」では、「初期設置時（輸送時、設置時に機器の初期不良を含む）」、「使用時」、「作業時（修理時、撤去時）」といったライフサイクル全般に亘るリスクアセスメントの取り組みが示されている。

⁴ 「A3 冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスクアセスメント及び安全規格」山下浩司ら、2021 年

a. 家庭用エアコン

「A3 冷媒を使用した家庭用エアコンのリスクアセスメント結果と今後の対応 高市健二ら、2021 年」では、リスクアセスメントの許容レベル(着火確率=着火による事故は全て致命的な事故と考える)を使用時 10^{-10} 台/年、使用時以外を 10^{-9} 台/年と設定している。これは、我が国の家庭用エアコンの普及台数を 1 億台として、使用時については、普及台数に対して 100 年に 1 回以下の事故とし、使用時以外については、専門的な教育を受けている作業者が携わることを想定し、使用時より 1 桁上げることができると考え、設定された。

この許容レベル/着火確率に対して、R290 冷媒の充填量が、IEC 規格で安全対策が必要とされない 200g と、現在の HFC 冷媒使用機器と同等性能となる 500g のエアコンが、次期規格でファンによる攪拌を行う場合に許容される 11.88m² の部屋に設置されることを前提として検討が行われた。

リスクアセスメントの結果として、許容レベルを下回するためには、ライフサイクルの各段階で安全対策が実施されることが必要であるとされ、また、リスクアセスメントで想定されなかった事項が発生することで、実際の着火事故が増加することが指摘された。

指摘された安全対策は次の通り。

図表 31 A3 冷媒を使用した家庭用エアコンのリスクアセスメントにおいて指摘された安全対策

ライフサイクルの段階	安全対策	方法	手順
使用時・室内	ファンによる攪拌(充填量 500g の場合)		
使用時・室外	特にベランダには可燃域が生成されるため、想定外の設置状況が発生した場合、危険な状態になる可能性がある。		
輸送・保管時	火災注意のラベル	室外機に防火ラベルを表示する	全ての手順
	着火源の排除	ガイドライン等に従い、倉庫内の同じ部屋の着火源を排除するための教育を実施する	倉庫内での保管時
	携帯型のリーク特定器を使用	換気の確実な実施、冷媒の濃度上昇の植生、携帯型リーク特定器の携行と使用を規制化する	ワゴン車による輸送時
	車内の帯電、発火防止対策	帯電した人体による放電発火を防ぐため、絶縁された材料の短い鍵を使用、または、放電プレートの車体側キーシリンダー近くに設置する	ワゴン車による輸送時
据付時、修理時、撤去時	携帯型のリーク特定器を使用	作業中に冷媒が漏れた場合は、作業を停止して、窓を開けることで換気を確保し、可燃域を減らす	
	静電気に対する作業用手袋の着用	作業中の作業員による静電気の発生を抑えるため、帯電防止キャリアを着用することを規定する	
	ブラシモーター式電動ドライバーの使用禁止	発火源となるブラシモーター式電動ドライバーの使用を禁止する	

出典 A3 冷媒を使用した家庭用エアコンのリスクアセスメント結果と今後の対応 高市健二ら、2021 年

また、リスクアセスメントでの想定外の考え方として、次がまとめられている。

図表 32 リスクアセスメントでの想定外の考え方と対策案

撤去、据付、修理などの作業	・ リスクアセスメントでは、訓練を受けた作業者が、正常な心理状態の下で行うことを前提としている。 ・ 使用者自ら設置したり、引越し業者がエアコンを移設したりする場合などで訓練を受けてない者が行う場合や、訓練を受けた作業者が急いで作業を行う場合は想定外としている。	可燃性冷媒を取り扱う作業への資格制度を検討(公的な資格制度であることが望ましい)
廃棄	・ リスクアセスメントでは、法に基づき家電リサイクルセンターに運搬され処理されることを前提としている。 ・ 不用品回収業者等による適法以外のルートでの廃棄は想定外としている。	家電リサイクル制度を含めたエアコンの冷媒の回収・処理に関するインフラ整備を検討

出典 A3 冷媒を使用した家庭用エアコンのリスクアセスメント結果と今後の対応 高市健二ら、2021 年

b. 内蔵ショーケース

「A3 冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスクアセスメント及び安全規格 山下浩司ら、2021 年」では、リスクアセスメントの許容レベル(着火確率=着火による事故は全て致命的な事故と考える)を使用時 5.26⁻⁹ 台/年、使用時以外を 5.26⁻⁸ 台/年と設定している。これは、我が国の内蔵ショーケースの普及台数を 190 万台として、使用時については、普及台数に対して 100 年に 1 回以下の事故とし、使用時以外については、専門的な教育を受けている作業者が携わることを想定し、使用時より 1 桁上げることができると考え、設定された。

この許容レベル/着火確率に対して、R290 冷媒の充填量を 0.5kg として、内蔵ショーケースの普及台数に占める割合が高いコンビニエンスストアに設置されることを考え、コンビニエンスストアの一般的な広さである、店舗内の床面積が 84.7m²、天井高さ 2.2m として検討が行われた。

リスクアセスメントの結果として、許容レベルを下回するためには、ライフサイクルの各段階で安全対策が実施されることが必要であることが指摘された。

指摘された安全対策は次の通り。

図表 33 A3 冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスクアセスメントにおいて指摘された安全対策

輸送時(ワゴン車)	1. 製品への火気厳禁の注意喚起表示 2. 携帯形漏えい検知器を携行し漏えい検知後に換気
保管時	1. 静電気防止のための手袋着用 2. 製品及び梱包材への火気厳禁の注意喚起表示
設置時	1. 静電気防止のための手袋着用 2. 製品への火気厳禁の注意喚起表示 3. 携帯形漏えい検知器を携行し漏えい検知後に作業中止
修理時	1. 静電気防止のための手袋着用 2. 携帯形漏えい検知器を携行し漏えい検知後に作業中止 3. 店内修理では、冷媒の廃棄時及び充填時に機器の周囲の通風を良くし、着火源となる全ての機器の電源を遮断する
撤去時	1. 静電気防止のための手袋着用 2. 製品への火気厳禁の注意喚起表示 3. 携帯形漏えい検知器を携行し漏えい検知後に作業中止

出典 A3 冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスクアセスメント及び安全規格 山下浩司ら、2021 年

また、このリスクアセスメントでは、撤去された後、産業廃棄物として処理される際のリスクが含まれていないことから、日冷工が作成を進める、可燃性冷媒を使用した内蔵ショーケースの廃棄手順を規定したマニュアルが順守されることが必要とされている。

④A3 冷媒を使用した機器の普及に向け各主体に求められる事項の整理

家庭用エアコンと内蔵ショーケースのリスクアセスメントに基づき、A3 冷媒の取扱いで必須とされる事項を整理すると次となる。

図表 34 A3 冷媒の取扱いで必須とされる事項

<u>設置場所：</u>	
✓ リスクアセスメントに基づいた着火源と可燃域に係る設置条件をクリアしていること	
<u>輸送、設置、メンテナンス、撤去等作業者：</u>	
✓ 十分な知見と技能を備えた作業者が実施すること	
<u>使用済み機器の処理：</u>	
✓ 十分な知見と技能を備えた作業者が冷媒放出を実施すること(家庭用エアコンであっても、家電リサイクルプラントに移送する前の撤去時に冷媒放出を確実に実施する)	

出典 NRI 作成

上記に基づき、機器のライフサイクルの段階別で各主体に求められる事項を整理すると次となる。

図表 35 機器のライフサイクルの段階別で各主体に求められる事項

ライフサイクルの段階	実施主体	実施事項
機器開発時	機器メーカー	➤ 各基準及びリスクアセスメントを踏まえた機器の開発
機器製造時	機器メーカー	➤ 安全性に配慮した機器の製造 ➤ 警告ラベルの貼りつけ
普及啓発	機器メーカーの 関係業界団体	➤ A3 冷媒を使用した機器が市販されることの周知 ➤ A3 冷媒の警告ラベルの周知 ➤ A3 冷媒取扱い作業者の周知(取扱い作業者の連絡先情報源の周知を含む)
機器販売時	機器販売者	➤ 機器メーカー関係業界団体による、機器の設置に伴う条件(場所、空間の広さや換気設備の状況等)に係るチェックシートの作成 ➤ チェックシートによる確認を伴う販売の制度化 ➤ 機器販売者によるチェックシートを使用した確認に基づく販売の実施
機器購入時	機器ユーザー	➤ 機器販売者によるチェックシートを使用した説明を受け、使用及び廃棄に係る取り扱いを理解した上で購入
機器輸送時	輸送会社	➤ 機器メーカー関係業界団体によるリスクアセスメントに基づく機器輸送基準・ガイドラインの策定 ➤ 輸送関係業界団体による機器輸送基準・ガイドラインの普及 ➤ 機器メーカーによる輸送委託時の輸送会社に対する機器輸送基準・ガイドライン遵守の依頼 ➤ 輸送会社による機器輸送基準・ガイドラインを遵守した輸送の実施

ライフサイクルの段階	実施主体	実施事項
機器設置時	取扱い作業員	➤ 機器メーカー関係業界団体による取扱い作業員への教育、トレーニング(必要に応じて認定) ➤ A3 冷媒取扱い作業員の教育、トレーニング(必要に応じて認定)の制度化 ➤ A3 冷媒取扱い作業員による、受講した教育、トレーニングに基づいた設置作業の実施 ➤ A3 冷媒取扱い作業員による機器ユーザーに対する設置後の使用及び廃棄に係る取り扱いの説明 ➤ A3 冷媒取扱い作業員の連絡先の伝達 ➤ 機器ユーザーによる取扱い説明を受け、理解したことを示す書類への署名
機器使用時	機器ユーザー	➤ 取扱い説明に基づく使用及び廃棄を実施
メンテナンス時	取扱い作業員	➤ 機器ユーザーによる伝達された取扱い作業員の連絡先への連絡 ➤ (連絡先に連絡がつかない場合等) 機器ユーザーによる A3 冷媒取扱い作業員の連絡先情報源に基づく、A3 冷媒取扱い作業員への連絡 ➤ A3 冷媒取扱い作業員によるメンテナンスの実施
廃棄を前提とした機器撤去時	取扱い作業員	➤ 機器ユーザーによる伝達された A3 冷媒取扱い作業員の連絡先への連絡 ➤ (連絡先に連絡がつかない場合等) 機器ユーザーによる A3 冷媒取扱い作業員の連絡先情報源に基づく、A3 冷媒取扱い作業員への連絡 ➤ A3 冷媒取扱い作業員による冷媒放出と機器撤去の実施
中古品流通を前提とした機器撤去時	取扱い作業員	➤ 機器ユーザーによる伝達された A3 冷媒取扱い作業員の連絡先への連絡 ➤ (連絡先に連絡がつかない場合等) 機器ユーザーによる A3 冷媒取扱い作業員の連絡先情報源に基づく、A3 冷媒取扱い作業員への連絡 ➤ A3 冷媒取扱い作業員による機器撤去の実施
中古品流通を前提とした機器輸送時	輸送会社	➤ A3 冷媒取扱い作業員による輸送会社に対する輸送委託時の機器輸送基準・ガイドライン遵守の依頼 ➤ 輸送会社による機器輸送基準・ガイドラインを遵守した輸送の実施
中古品流通を前提とした機器保管時	中古品等取扱業者	➤ 機器メーカー関係業界団体によるリスクアセスメントに基づく機器保管基準・ガイドラインの策定 ➤ 自治体を通じた機器保管基準・ガイドラインの普及
中古品販売時	中古品等取扱業者	➤ 自治体を通じた中古品取扱業者に対する、チェックシートを使用した確認に基づく販売の周知 ➤ 中古品等取扱業者によるチェックシートを使用した確認に基づく販売の実施

出典 NRI 作成

⑤A3 冷媒を使用した機器の普及に向けた取り組みと各主体の理解促進のためのアプローチ方法

図表 35 の整理に基づき、A3 冷媒を使用した機器の普及に向けた取り組みをまとめると次となる。

図表 36 A3 冷媒を使用した機器の普及に向けた取り組み

実施主体	取り組み	
機器メーカー関係業界団体	基準・ガイドラインの策定	▶「A3 冷媒使用機器輸送基準・ガイドライン」の策定 ▶「A3 冷媒使用機器保管基準・ガイドライン」の策定
	チェックリストの作成	▶販売時に使用する「A3 冷媒設置場所・条件に係るチェックリスト」の作成
	教育プログラムの作成と運営	▶A3 冷媒取扱い作業者に対する教育、トレーニング(必要に応じて認定)プログラムの作成と運営
	取扱い作業者データベース	▶機器ユーザー等に対する情報公開のための A3 冷媒取扱い作業者連絡先データベースの作成と公開、メンテナンス
	普及啓発・周知	▶A3 冷媒を使用した機器が市販されることの周知 ▶A3 冷媒の警告ラベルの周知 ▶取扱い作業者の周知 ▶上記周知を進めるためのパンフレット等を作成
輸送関係業界団体	基準・ガイドラインの周知	▶機器メーカー関係業界団体が作成した「A3 冷媒使用機器輸送基準・ガイドライン」の周知
国	制度化	▶A3 冷媒取扱い作業者の教育、トレーニング(必要に応じて認定)の制度化 ▶チェックシートによる確認を伴う販売の制度化
自治体	周知	▶中古品等取扱業者への機器保管基準・ガイドラインの普及 ▶中古品取扱業者に対する、チェックシートを使用した確認に基づく販売の周知

出典 NRI 作成

図表 36 の整理に基づき、A3 冷媒の普及に向けて理解を得ることが求められる主体とアプローチ方法(案)は、以下が考えられる。

図表 37 各主体へのアプローチ方法(案)

機器ユーザー(購入を検討している潜在ユーザーを含む)	▶動機づけられているのは購入時であり、機器販売者を通じて理解を得ることが効果的と考えられる。 ▶機器販売者は、機器メーカー関係業界団体が作成する普及啓発・周知のためのパンフレット等を活用した説明を実施する。
機器販売者(特に家庭用エアコンの場合)	▶機器販売者に対しては、通常製品と同様、機器メーカーからの説明が実施されることが想定される。
輸送会社	▶輸送会社に対して、新品については、機器メーカーの通常の輸送委託の一環として説明が実施されることが想定される。
輸送関係業界団体	▶輸送関係業界団体に対しては、機器メーカー関係業界団体及び国から説明を実施することが効果的と考えられる。
中古品等取扱業者	▶古物商許可申請は、都道府県公安委員会に行うことから、自治体から説明を実施することが効果的と考えられる。

出典 NRI 作成