

令和4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

2023年3月
(株)野村総合研究所

調査の概要

1. 件名

令和4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）

2. 背景目的

本事業は、モントリオール議定書キガリ改正によるHFCの段階的削減や、2050年カーボンニュートラルによるフロン類の排出削減を確実に実施するため、指定製品制度をはじめとする上流対策の確実かつ発展的な実施を図ることにより、上市されるフロン類使用製品のノンフロン化・低GWP化等を促進するために必要な調査・検討を行うとともに、業務用冷凍空調機器の使用時に多く漏えいするとされる冷媒フロン類について、その漏えい実態把握、機器使用時の漏えい対策強化等、上市後の機器に係る排出抑制対策について調査・検討を行う。

3. 調査内容

（1）フロン類及び指定製品の製造業者等に関する調査

① 指定製品制度の深掘り検討

昨年度調査では、キガリ改正を踏まえた、2036年までの使用見通しや2050年の実質排出ゼロに向けたグリーン冷媒等機器のGWPの全体シナリオの検討を行った。本年度は、これを踏まえた発展的な検討として、個別機器等への具体的な展開を検討する。

指定製品の目標設定等にあたっては、a.新たな技術開発・商品化の見通しがあることはもちろん、b.安全性、c.経済性、d.性能に留意して判断（4つの条件）することとしているが、従来のような製品分類単位での括り方では各条件を同時に満たすことができず、指定製品の新たな設定が困難になりつつある。

そのため、従来の機器分類にこだわらず、例えば、出力別や用途等に応じてセグメントを分け、使用する冷媒種や新冷媒の開発状況と適用見通し、機器稼働時の漏えい実態などよりきめ細かく確認しながら、セグメントの実態に適した最大限の対応の方向性を検討する。

特に、4つの条件のうち性能面において、ノンフロン化・低GWP冷媒に転換した機器（冷媒転換機器）の省エネ性が転換前の機器より改善しない場合、冷媒点検機器管理者による機器導入時の投資回収が望めないため、普及の阻害要因となる（性能面の課題が経済性の課題となる）だけでなく、冷媒転換機器の方が、機器のライフサイクルを通じたCO₂排出量が大きくなることが懸念される。このため、国内外のライフサイクルを通じた効率に係る動向を注視しながら検討を行う。

また、前述の検討を踏まえ、さらなるノンフロン化・低GWP化が望めないと判断せざるを得ないセグメントについては、漏えい対策や回収対策に軸足を置くことなども念頭に入れて検討を行う。

以上の検討の際は、所管業界等と対話を重ね、合意を得ながら検討を進める。

② 指定製品制度の発展的運用のための周辺課題の整理・検討

今後活用が見込まれるグリーン冷媒は、微燃性・可燃性などの性質があることから、NEDOプロジェクト「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発事業」において機器稼働時を主としたリスクアセスメントを実施しているところであるが、安全を大前提にしたノンフロン化・低GWP冷媒使用機器の普及のためには、設置環境の整備、設置時・メンテナンス時・稼働時・廃棄時等あらゆるフェーズにおけるリスクアセスメントと周辺環境の整備や幅広いプレーヤによる運用面の取扱注意等、リスクに応じた

安全対策が必要である。

そのため、本検討においては、微燃性・可燃性などの性質を有する冷媒を使用する機器の普及が望まれるセグメントのうち、優先順位が高い機器・セグメントを複数選定し、当該機器・セグメントに対して、安全を大前提とした普及を図るため解決すべき検討課題を整理する。また、各種法令との整理、建物の構造を含めた設置環境、施工時・使用時・廃棄時の取扱い、表示、各段階の責任・補償関係、技術者の教育等の他、各関係者の理解促進などが考えられるが、これらの課題の整理と対応の方向性について検討を行う。

検討に当たっては、関係省庁、関係業界等に個別にヒアリングするか、必要に応じて一堂に会する検討会の設置により検討を行う。

③ 指定製品達成状況のフォローアップとプレチャージ調査

2023 年度（令和 5 年度）以降に目標年度を迎える指定製品の達成状況について、対象となる製造・輸入業者を特定し、当該事業者の取組状況・達成見込みについて事前確認を行う。

- ・店舗・オフィス用エアコンディショナー（床置型等除く、法定冷凍能力 3 トン以上のもの）
- ・中央方式エアコンディショナーのうちターボ冷凍機を用いるもの
- ・自動車用エアコンディショナー
- ・コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット
（圧縮機の定格出力が 1.5kW 以下のもの等を除く）
- ・硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵機器及び冷凍機器
- ・硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵又は冷凍の機能を有する自動販売機
- ・非住宅用硬質ポリウレタンフォーム用原液
- ・硬質ポリウレタンフォームを用いた断熱材

また、国内におけるフロン類使用量削減（オゾン層保護法の割当制度）の対象外である海外でフロン類を機器に封入して輸入するプレチャージ輸入品（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、業界団体等を通じてモニタリングを行い、過去のプレチャージ輸入品の推移等について、オゾン層保護法の運用状況との検証を行う。

④ 冷媒需給状況の把握と冷媒不足への対応検討

冷媒需給状況の把握のため、冷媒の卸売末端価格等を継続的にモニタリングし、フロンメーカー、商社、充填回収業者等に対しヒアリング等を行い、冷媒種毎・機器毎の需給逼迫状況を把握、当面の需給見通しを検討する。

また、将来的な冷媒不足に対応するため、冷媒不足が懸念される冷媒種の再生冷媒の推進検討や高い GWP 冷媒を使用する市中稼働機器へのレトロフィット等について制度のあり方を含め促進方策の検討を行うとともに、高い GWP 冷媒を中心とした市中にストックされるフロン類の冷媒種毎の収支バランスの推移がフェーズダウンしていくグラフの作成を併せて行う。その際、上記検討に資するため、再生冷媒やレトロフィットについて、国内外における政策動向を含めた取組状況について整理するとともに、我が国の再生冷媒のあり方を検討するにあたり、NRC 容器の取り扱いについて、LCA の観点から考察を行う。

検討に当たっては、関係業界等に個別にヒアリングを行い、必要に応じて一堂に会する検討会の設置により検討を行う。

⑤ GWP 等見直しに係る使用見通しや指定製品等の対応検討

現在採用されているGWPについて、I P C C A R 4 のものからA R 5 のものに変更する動きがあることから、GWPを引用するフロン類の使用見通しや指定製品等の各種目標値について、見直しの有無やこれを判断するに必要な検討を行う。

(2) 業務用冷凍空調機器等の使用時漏えいに関する対策検討

① 使用時漏えい量の把握

業務用冷凍空調機器の使用時漏えい量の把握は、漏えい防止の観点のみならず、温暖化物質の国内の排出インベントリの精緻化や、将来的なフロン類の使用見通しの算出にも関わる重要かつ不可欠な情報である。

現在の使用時漏えい量の算出の考え方（機器毎の充填量・排出係数・廃棄係数など）は平成21年に策定され、この算出の考え方や漏えい量が、これまで10年以上にわたり政策検討のベースとなってきたところであるが、平成25年及び令和元年のフロン法改正やこれらの施行に伴う新たな状況変化や知見等を鑑み、改めて見直しを検討する必要がある。

このため昨年度は、平成25年改正によって新たに整備された一元的な「冷媒管理システム」（R a M S）への充填回収データの蓄積が進んだことから、当該データに基づく排出係数の算出とともに、機器整備業者や充填回収業者への聞き取りによる実態を踏まえた検証等を実施した。

本年度は、昨年度に算出した排出係数の妥当性について検証するため、関係業界等の協力を得ながら、フロン類の冷媒流通実態（トップダウン）と、排出係数から算出される漏えい実態（ボトムアップ）との比較等を行い、また、今回得られた漏えい実態（排出係数の試算結果等）に係る知見を踏まえ、これまでの政策（使用見通しや指定製品制度、漏えい対策等）の妥当性について、冷媒種毎のマテリアルバランスを踏まえながら検証を行い、制度見直しの必要性を含め、今後の政策の方向性について検討を行う。

② 算定漏えい量報告の令和3年度分集計及び前年度分との比較分析

フロン法に基づき事業者から報告される漏えい量データについて、令和3年度分集計結果を取りまとめ、前年度分との比較分析を行う。

③ 漏えい防止技術

フロン類の使用量の削減に当たっては、業務用冷凍空調機器の使用時漏えい防止とこれに伴う補充量の削減効果が大いと考えられる。そのため、特に機器側の対策による使用時漏えいのより一層の防止対策を図るため、以下について、それぞれ業界団体等へのヒアリングや情報提供等の協力を得ながら課題の抽出や必要な対策検討等を行う。

機器設置時：ろう付け技術の向上に資する技術者の育成・確保

最新の知見に関する調査（新設・既設の機器に関する最新技術等）

4. 検討会の設置について

1) 主に3. (1) ①②④⑤及び(2) ①の検討を行うために「検討会」（以下「本検討会」という。）を組織するとともに、年5回程度開催する本検討会運営の事務局を行うこと。

2) 本検討会は、有識者、専門家、関係業界団体、行政機関等で構成し、7～10名程度を想定。但し、議題に応じて、必要な者を本検討会に出席させること、検討会を分割したり、下位にサブ検討会を設置することを妨げない。なお、本検討会に係る謝金及び旅費等については本事業費より支出することとする。

- 3) 本検討会委員の選定に当たっては、経済産業省と協議し、決定すること。
- 4) 本事業は、本検討会を中心に、業務用冷凍空調機器等の指定製品関係業界などと連携し、実施すること。
- 5) 当該事業の進捗情報等を経済産業省と共有するため、月 1 回以上の定例会議を実施すること。また、必要に応じて当該事業以外で実施されている検討会への報告対応を実施すること。
- 6) 必要に応じて、web 会議等の非参集型で会議を実施すること。

4. 事業期間

令和 4 年 4 月 1 日から令和 5 年 3 月 10 日まで。

目 次

1. フロン類及び指定製品の製造業者等に関する調査	1
1.1. 指定製品制度の深掘り検討	1
1.1.1. 指定製品制度の概観	1
1.1.2. 家庭用エアコンディショナーにおけるフロン類の使用量	3
1.1.3. 家庭用エアコンディショナーにおける転換候補となる代替技術の状況	3
1.2. 指定製品制度の発展的運用のための周辺課題の整理・検討	8
1.3. 指定製品達成状況のフォローアップとプレチャージ調査	10
1.3.1. 指定製品達成状況のフォローアップ	10
1.3.2. プレチャージ調査	13
1.3.3. 今後、目標年度を迎える指定製品に関する調査	31
1.4. 冷媒需給状況の把握と冷媒不足への対応検討	45
1.4.1. 冷媒の末端価格に関する調査	45
1.4.2. 当面の冷媒の需給見通し	46
1.4.3. 冷媒の再生やレトロフィットに関する検討	46
1.5. GWP等見直しに係る使用見通しや指定製品等の対応検討	49
2. 業務用冷凍空調機器等の使用時漏えいに関する対策検討	50
2.1. マテリアルバランスを踏まえた排出係数の検討	50
2.2. 政策の方向性の検討	53
3. 算定漏えい量報告の令和3年度分集計及び前年度分との比較分析	56
3.1. 令和3年度分の算定漏えい量報告のとりまとめ	56
3.2. 平成27年度分からの傾向分析	59
4. 漏えい防止技術	62
4.1. 機器設置時：ろう付け技術の向上に資する技術者の育成・確保	62
4.2. 新設・既設の機器に対する冷媒漏えい対策の課題	63
5. 検討会の設置について	64

調査の結果

1. フロン類及び指定製品の製造業者等に関する調査

1.1. 指定製品制度の深掘り検討

1.1.1. 指定製品制度の概観

現状の指定製品制度の状況を整理すると次となる。

図表 1 指定製品制度の状況（●は、令和4年4月22日の第17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 フロン類等対策ワーキンググループで審議）

分野		HFC 等使用製品	指定製品の区分	環境影響度の目標値	目標年度
発泡断熱材に係る事項	ウレタンフォーム製造の排出抑制対策	硬質ウレタンフォーム	住宅用硬質ポリウレタンフォーム用原液	100	2020
			非住宅用硬質ポリウレタンフォーム用原液	100	2024
			硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵機器及び冷凍機器	100	2024
			硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵又は冷凍の機能を有する自動販売機	100	2024
			硬質ポリウレタンフォームを用いた断熱材	100	2024
エアゾール等に係る事項	エアゾール及びダストブロー製造の排出抑制対策	エアゾール	—	—	—
		ダストブロー	専ら噴射剤のみを充填した噴霧器（不燃性を要する用途のものを除く）	10	2019
	MDI 製造の排出抑制対策	MDI	—	—	—
	遊戯銃使用時等の排出抑制対策	遊戯銃	—	—	—
冷凍空調機器に係る事項	業務用冷凍空調機器製造等の排出抑制対策	遠心式冷凍機	※店舗・オフィス用エアコンディショナー、中央方式エアコンディショナーのうちターボ冷凍機を用いるもの	100	2025
			中央方式冷凍冷蔵機器（5万m ³ 以上の新設冷凍冷蔵倉庫向けに出荷されるものに限る）	100	2019
		スクリーン冷凍機	—	—	—
		輸送用冷凍冷蔵ユニット	—	—	—
		冷凍冷蔵用チリングユニット	—	—	—
		冷凍冷蔵ユニット	コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット（圧縮機の定格出力が1.5kW 以下のものを除く）	1500	2025
		コンデンシングユニット			
		別置形冷蔵ショーケース	●業務用一体型冷凍冷蔵機器（内蔵型小型冷凍冷蔵機器）ショーケース（圧縮機の定格出力 750W 以下のものに限る）	150	2029
		内蔵形冷蔵ショーケース			
		業務用冷蔵庫	●業務用一体型冷凍冷蔵機器（内蔵型小型冷凍冷蔵機器）業務用冷凍冷蔵庫（蒸発器における冷媒の蒸発温度の下限值が ⁻ 45℃未満のものは除く）	150	2029
		製氷機	—	—	—
		冷水機	—	—	—
		除湿機	—	—	—

分野		HFC 等使用製品	指定製品の区分	環境影響度の目標値	目標年度
		店舗用 PAC ビル用 PAC	店舗・オフィス用エアコンディショナー_床置き型等除く、法定冷凍能力 3 トン未満のもの	750	2020
			店舗・オフィス用エアコンディショナー_床置き型等除く、法定冷凍能力 3 トン以上のものであって、※を除くもの	750	2023
			※ビル用マルチエアコンディショナー（新設及び冷媒配管一式の更新を伴うものに限り、冷暖同時運転型や寒冷地用等を除く）	750	2025
		設備用 PAC	●設備用エアコンディショナー（新設及び冷媒配管一式の更新を伴うものに限り、電算機用、中温用、一体型などの特定用途対応機器などを除く）	750	2027
		GHP	※●ガスエンジンヒートポンプエアコンディショナー（新設及び冷媒配管一式の更新を伴うものに限り、冷暖同時運転型や寒冷地用等を除く）	750	2027
		空調用チリングユニット	●※中央方式エアコンディショナーのうち容積圧縮式冷凍機を用いるもの（空調用チリングユニット）	750	2027
		飲料用自動販売機	—	—	—
	カーエアコン製造等の排出抑制対策	普通乗用車	自動車用エアコンディショナー 乗用自動車（定員 11 人以上のものを除く）に搭載されるものに限る	150	2023
		小型乗用車			
		軽乗用車	●トラック（貨物の輸送の用に供するもの）及びバス（乗用定員が 11 人以上のもの）に搭載されるものに限る	150	2029
		普通貨物車			
	家庭用エアコン製造等の排出抑制対策	家庭用エアコン	家庭用エアコンディショナー（壁貫通型等を除く）	750	2018
		家庭用エアコン	家庭用エアコンディショナー（壁貫通型等を除く）	750	2018
洗浄剤溶剤に係る事項	電子部品等洗浄の排出抑制対策	洗浄剤・溶剤	—	—	—
半導体製造に係る事項	半導体製造の排出抑制対策	洗浄剤・溶剤	—	—	—
	液晶製造の排出抑制対策	洗浄剤・溶剤	—	—	—
電気絶縁ガス使用機器に係る事項	電気絶縁ガス使用機器製造等の排出抑制対策	電気絶縁ガス使用機器	—	—	—
金属製品に係る事項	マグネシウム鋳造時等の排出抑制対策	防燃剤	—	—	—

出典 各種資料から NRI 作成

図表 1 で見られる通り、指定製品の要件（相当量のフロン類が使用されていること（直近年度の使用量が 1 万 t-CO₂ 程度、市中ストック量が 5 万 t-CO₂ 程度）、安全性、省エネ性等の転換候補となる代替技術があること）を満たす用途については、順次、指定製品化が進められている状況にある。

本調査では、既に指定製品化されている製品の内、家庭用エアコンディショナーについては、目標年度が 2018 年であり、環境影響度の目標値である 750 についても継続的に達成されていることから、一層の環境影響度の目標値の低減の可能性に関する情報収集が実施された。

1.1.2. 家庭用エアコンディショナーにおけるフロン類の使用量

第 17 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 フロン類等対策ワーキンググループ「資料 3-2 1995～2020 年における HFC 等の推計排出量」によると、家庭用エアコンディショナーの直近年度の使用量と市中ストック量は、以下の通り推計される。

図表 2 家庭用エアコンディショナーの直近年度の使用量と市中ストック量の推計

	2020 年 (t/年)		HFC 使用機器生産台数 (千台)		1 台当たり充填量 (g/台)
使用量	10,096	=	10,096	×	1,000

	2020 年 (t/年)		HFC 機器市中稼働台数 (千台)		機器稼働時平均冷媒充填量 (g/台)
ストック量	117,693	=	117,693	×	1,000

出典 第 17 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 フロン類等対策ワーキンググループ「資料 3-2

1995～2020 年における HFC 等の推計排出量」から NRI 作成

家庭用エアコンディショナーについては、冷媒として R-32（GWP：675）もしくは、R-410A(GWP：2090)が使用されていることから、上記推計値にこれを勘案して、フロン類の使用量について、指定製品の要件を満たすことが確認される。

1.1.3. 家庭用エアコンディショナーにおける転換候補となる代替技術の状況

現状の指定製品の環境影響度の目標値である 750 は、R-32 冷媒の GWP である 675 を一つの拠り所として設定された数値である。

代替冷媒として、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が開発支援を継続する 2 種類の HFO がある。

AGC 株式会社は、2014 年 3 月にトリフルオロエチレン（HFO-1123）の開発を発表、2022 年 5 月に、「世界で初めてとなる GWP10 以下のエアコン向けフッ素系冷媒の開発が最終段階に入る」ことを公表している。

図表 3 AGC 株式会社による公表の内容

2022 年 05 月 13 日製品リリース 地球温暖化係数の低い次世代冷媒 AMOLEA®1123 の新組成を開発 —世界で初めてとなる GWP10 以下のエアコン向けフッ素系冷媒の開発が最終段階に入る— A G C（A G C株式会社、本社：東京、社長：平井良典）は、東京大学*1と協力し、地球温暖化係数が低く、エアコン向け冷媒の次世代スタンダードと期待される低 GWP*2 冷媒 AMOLEA®1123（HFO-1123）の新たな組成開発に成功しました。これにより、AMOLEA®1123 の実用化に向け課題の一つとなっていた安全性に解決の目途が立ち、世界初となるフッ素系冷媒を使用した GWP10 以下のエアコン向け冷媒の開発は最終段階に入りました。 現在、家庭用エアコンなどの空調機器の冷媒ガスとして使用されているハイドロフルオロカーボン（HFC）*3 は、GWP が高く環境負荷が大きいことから、モントリオール議定書キガリ改正*4 によりその生産量・消費量を大幅に削減することが求められています。とりわけ、家庭や店舗向けエアコンに使用される冷媒使用量は世界市場の過半を占め、GWP の低
--

い冷媒の開発は喫緊の課題となっています。

そのような中、HFC 削減のために期待が寄せられているのが、A G C のハイドロフルオロオレフィン（HFO）AMOLEA®1123 です。AMOLEA®1123 は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業の一環として 2014 年に A G C が開発した HFO で、現在使用されている HFC R410A（GWP2090／CO2 比 2090 倍の温室効果）と同等の性能を維持したまま、GWP1 以下という、並外れた高い環境性能を兼ね備えた冷媒です。

このたび、東京大学が受託している NEDO の「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発」事業で見いだされた知見を基に、プロパンの添加により AMOLEA®1123 の分解による急激な圧力上昇を一定レベルに抑える、安全な組成を開発することに成功しました。この組成は、GWP が低く汎用性が高いプロパン（R290：GWP 3／CO2 比 3 倍の温室効果）を、AMOLEA®1123（GWP 0.3／CO2 比 3 分の 1 の温室効果）に一定比率添加するもので、今回の成果により、GWP10 以下の冷媒開発は大きく前進し最終段階に入りました。

当社は今回の開発成果を活かし、家庭用・業務用エアコンを始め、様々な機器で使用される超低 GWP かつ安全性の高い新冷媒を順次上市して参ります。また、2022 年 6 月 ASHRAE*5 申請を控える GWP10 以下の

AMOLEA®1123 混合冷媒（AMOLEA®10X）は、SAE*6 において、電気自動車の次世代冷媒として 2025 年の認定に向けた検討が進められています。

AGC グループは、中期経営方針 AGC plus-2023 における主要戦略の一つに「サステナビリティ経営の推進」を定め、素材イノベーションにより社会課題解決に貢献することを掲げています。今後も次世代冷媒の開発を通じて、気候変動防止に貢献してまいります。

< 注釈 >

*1 国立大学法人東京大学

本開発は同大学の新領域創成科学研究科と共同で実施。

*2 GWP（Global Warming Potential）

地球温暖化への影響を示す係数。自然冷媒の一種である二酸化炭素を基準に、そのガスがどれだけ温暖化する能力があるかを表した数字のこと。CO2 の GWP を 1 とする。

本リリース中にある AMOLEA®1123、R290、R410A の GWP は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次評価報告書の値・算出方法を参照している。

*3 HFC(Hydrofluorocarbon)

塩素を含まずオゾン層を破壊しないため、代替フロンとして使用されるが、フロンと同等の強い温室効果をもたらす。CO2 比 675～2090 倍の温室効果。

*4 モントリオール議定書キガリ改正

2016 年にルワンダの首都キガリにおいて開催されたモントリオール議定書の第 28 回締約国会議において、代替冷媒 HFC の生産及び消費量の段階的削減義務等を定める議定書の改正（キガリ改正）が行われた。先進国については、2036 年までその生産消費量を基準年に対して 85%削減することが求められている。

*5 ASHRAE

暖房・冷凍・空等・冷凍等に関する米国の学会で、関連機器や冷媒等の性能や安全性等の規格を制定し、承認等の運用も担っている。ホームページ：<https://www.ashrae.org/home>

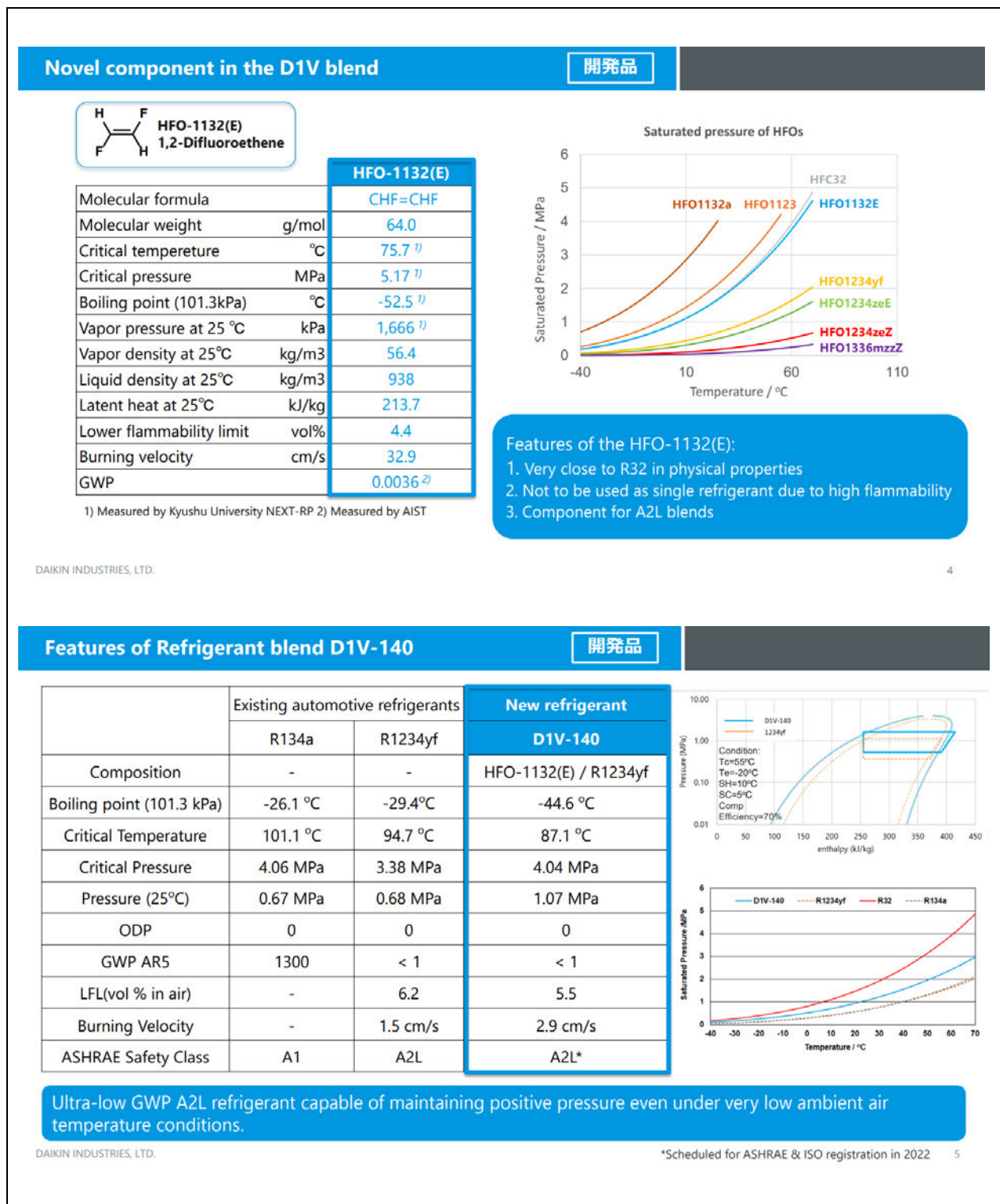
*6 SAE

米国自動車技術者協会(Society of Automotive Engineers, Inc.)

出典 AGC 株式会社ホームページ https://www.agc.com/news/detail/1202904_2148.html

ダイキン工業株式会社は、次世代のヒートポンプ用冷媒としてトランス-1,2-ジフルオロエチレン（HFO-1132(E)）を、まずは、電気自動車向けカーエアコン用冷媒として、公益社団法人 自動車技術会が開催した「人とくるまのテクノロジー展 2022」にて公表している。

図表 4 ダイキン工業株式会社による公表の内容



出典 ダイキン工業株式会社ホームページ

https://www.daikinchemicals.com/library/exhibition/pdf/aee_expo_2022/DAIKIN_Next-generation-refrigerant-for-EV-air-conditioners_aee2022.pdf

2つのHFO冷媒（HFO-1123とHFO-1132(E)）については、単独冷媒としては不均化や毒性を有するなどの特性があることから、HFO-1123についてはプロパンとの混合冷媒として、HFO-1132(E)についてはHFO-1234yfとの混合冷媒として、それぞれ公表されている。

HFO-1123については、ASHRAEの冷媒登録が継続されているところであり、HFO-1132(E)については、ASHRAEの冷媒登録について、R-1132(E)として、さらに、HFO-1234yf（R-1234yf）との混合でR-474Aとして、既に登録が完了している。

HFO-1234yfについては、EUのREACH規則により、TFAを生成、PFASとして作用し、人健康及び環境への影響が懸念される物質として規制の対象とすることに係る検討が、継続的に進められている。

2つのHFO冷媒は、現状で開発途上であり、今後、機器に充填された状態での安全性やエネルギー効率等に関する検討が進められることが計画されている状況にある。

その他の冷媒候補として、R-290（プロパン、GWP：1）がある。

インドでは、2012年にドイツのGIZが支援し、R-290を使用したルームエアコンを上市、Godrej&Boyce社は、2021年現在、年間18万台の生産能力を有するとされている¹。

中国のMidea社は、2021年8月、R-290を使用したルームエアコンで、ドイツのブルーエンジェルのエコラベルを取得し、欧州市場での販売が可能となった。中国は、世界のルームエアコンの約7割を生産していると言われ、UNIDOと協力し、R-22からの代替としてR-290を使用したルームエアコンを10年以上にわたり開発してきた²。

IEC 60335-2-40の改訂版(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R-290の充填量が許可され、同条件の部屋の場合、R-290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
- ※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、R-290の漏えい量が制限量未満になるよう設計した場合：988g

我が国では、「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」が公表され、結果として、許容レベルを下回るためには、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ている。

¹ <https://www.green-cooling-initiative.org/network/best-practice/product-indias-first-r290-air-conditioner>

² <https://www.unido.org/news/energy-efficient-and-climate-friendly-split-air-conditioners-now-sale-europe>

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/>

図表 5 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の使用	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の使用	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	作業中の作業者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

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 6 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者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

このように、R-32 に代わる家庭用エアコンディショナー用冷媒として候補とされている 2 つの HFO については、安全性及び機器に充填された状態でのエネルギー効率の確保の 2 点について、継続的な検討が必要な状態となっており、R-290 については、可燃性の観点で、安全に使用するための機器側の技術開発やメンテナンス体制を含めた社会インフラの整備が必要であり、それぞれについて、指定製品化に向け、更なる検討が必要な状況にある。

1.2. 指定製品制度の発展的運用のための周辺課題の整理・検討

指定製品制度は、フロン排出抑制法上の制度ではあるものの、モントリオール議定書キガリ改正の目標である HFC の段階的削減を定めたオゾン層保護法に寄与するという観点で、必要に応じて、環境影響度の目標値として定められる GWP の低減を進めていくことが求められている。

冷媒の低 GWP 化は、進めば進むほど、燃焼領域が不燃性から微燃性、さらに可燃性へと推移し、機器の効率性を得るために高圧下で作動させる必要が出てくるなど、製品として安全に使用し続けることに対する配慮の必要性が高まることになる。

微燃性及び可燃性冷媒に関するリスクアセスメントは、既存の機器にドロップインさせ使用することを前提に実施されているが、図表 4 で示した通り、リスクアセスメントで想定されなかった事象が発生することも考えられる。

特に、機器が据え付けられた後のメンテナンスや機器の移設、廃棄といった、機器のライフサイクルの段階における安全性の確保については、機器側の対応のみでは限界があり、ライフサイクルの各段階において機器に携わる主体に対する周知や訓練、場合によっては資格制度の導入などが必要になることも考えられる。

以下に、「可燃性冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスク評価報告書 2022 年 9 月 一般社団法人日本冷凍空調工業会」の、「コンビニエンスストアの R290 リスクアセスメントまとめ」でまとめられた安全対策を掲載する。

図表 7 R290 冷媒を使用した内蔵ショーケースに関わる安全対策

ライフサイクルの段階	安全対策
共通	・ 禁煙の教育 ・ 可燃性冷媒の着火源についての教育
輸送時(ワゴン車による輸送)	・ 製品への火気厳禁の注意喚起表示 ・ 携帯形漏えい検知器を携行し、漏えい検知時に換気 ・ 車内では静電気の発生に注意することについての教育
保管時	・ 静電気防止のための手袋着用 ・ 梱包材及び製品への火気厳禁の注意喚起表示
設置時	・ 静電気防止のための手袋着用 ・ 製品への火気厳禁の注意喚起表示 ・ 携帯形漏えい検知器を携行し、漏えい検知時に作業を中断 ・ クローズドショーケースでは扉をゆっくり開けることを教育
店内修理時	・ 静電気防止のための手袋着用 ・ 携帯形漏えい検知器を携行し、漏えい検知時に作業を中断 ・ 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(廃棄時)	・ 静電気防止のための手袋着用 ・ 製品への火気厳禁の注意喚起表示 ・ 携帯形漏えい検知器を携行し、漏えい検知時に作業を中断 ・ クローズドショーケースでは扉をゆっくり開けることを教育 ・ メーカー依頼の廃棄処理業者による回収
使用時	・ ユニットのファンを通電中は常時（除霜時も）運転させる ・ ユニットの風量を規定値以上にする ・ リーチインショーケースの庫内漏えいを検知し庫内への漏えい遮断する機能を備える

出典 可燃性冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスク評価報告書 2022 年 9 月 一般社団法人日本冷凍空調工業会

これに対して、安全性対策が未実施の場合と実施の場合で着火確率を試算した結果が次となる。

図表 8 安全性対策が未実施の場合と実施の場合で着火確率の試算

ライフサイクルの段階	安全対策未実施	安全対策実施	許容値
輸送時(ワゴン車による輸送)	1.12×10^{-5}	5.52×10^{-9}	5.26×10^{-8}
保管時	3.35×10^{-6}	4.37×10^{-8}	
設置時	7.25×10^{-8}	6.49×10^{-9}	
店内修理時	2.18×10^{-5}	1.23×10^{-8}	
撤去時(廃棄時)	3.11×10^{-7}	2.98×10^{-8}	
使用時	2.50×10^{-6}	1.82×10^{-10}	5.26×10^{-9}

※試算において前提条件が設定されており、詳細については、以下出典を参照のこと

出典 可燃性冷媒を使用した内蔵ショーケースのリスク評価報告書 2022 年 9 月 一般社団法人日本冷凍空調工業会

図表 8 で見られる通り、安全対策未実施の場合、安全対策実施時と比べて相当に着火確率が上昇し、設定された許容値も超えることになるが、図表 7 で示された安全対策は、これまで使用されてきた HFC 冷媒では必要とされてこなかった取り組みが求められることとなり、それらを各自に実施することが求められることになる。

冷媒の低 GWP 化に伴い、機器というハード単体で安全性を確保することが難しくなりつつある現状に対して、機器のメンテナンスや保守/点検、機器使用に係る十分な説明や啓発/広報の充実など、機器を取り扱うソフト面での対応の充実が不可欠な状況になりつつある。

図表 9 内蔵型冷凍冷蔵機器における機器側における対策の例

庫内冷媒漏えい対応機能	庫内冷媒漏えい探知警報機能、庫内冷媒漏えい遮断機能（冷媒漏えい時に冷媒回路を遮断する機能）の設置
庫外冷媒漏えい対応機能	凝縮器ユニットの送風機によって可燃域が生成されないよう、かくはん機能の設置

出典 JRA GL-21 可燃性冷媒を使用した内蔵形冷凍冷蔵機器の冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン 一般社団法人日本冷凍空調工業会

一方で、冷媒の低 GWP 化の推進も不可欠な状況となっており、指定製品制度の役割の重要性は増すものと想定される。

このことから、指定製品制度の発展的運用のためには、機器というハードで全ての要求をクリアするのではなく、機器の管理というソフトも含め、機器のライフサイクル全般に関わる主体の連携により、低 GWP 冷媒を管理していく社会的なインフラの整備が不可欠になると考えられる。

1.3. 指定製品達成状況のフォローアップとプレチャージ調査

1.3.1. 指定製品達成状況のフォローアップ

1.3.1.1. 家庭用エアコン

1.3.1.1.1. 調査票の作成

この製品カテゴリーについては、昨年度回答を得た企業に直接、調査票を配布した。

[illegible]

1.3.1.1.2. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 11 家庭用エアコン

	国内向け出荷台数		
	R-410A	R-32	R-134a
	(台)	(台)	(台)
合 計	160,842	9,217,147	0

上記について、加重平均 GWP 値は、699.3 であり、目標値である 750 を下回っている。

1.3.2. プレチャージ調査

1.3.2.1. 家庭用エアコン

1.3.2.1.1. 調査票の作成

この製品カテゴリーについては、昨年度回答を得た企業に直接、調査票を配布した。

調査票は先にも記載した通り、指定製品の達成状況のフォローアップに含めて、作成していた。

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 12 製品毎冷媒別に作成した調査票（家庭用エアコン）（再掲）

[illegible]

1.3.2.1.2. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 13 家庭用エアコン

	国内出荷を目的とした輸入					
	輸入台数			冷媒充填量		
	R-410A	R-32	R-134a	R-410A	R-32	R-134a
	(台)	(台)	(台)	(t)	(t)	(t)
合 計	163,512	5,900,097	0	81	3,877	0

1.3.2.2. 店舗・事務用エアコン、一体型冷凍冷蔵機器（コンデンスユニット、業務用一体型冷凍冷蔵機器・冷蔵ショーケース）

1.3.2.2.1. 調査票の作成

この製品カテゴリーについては、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、令和元年度、令和２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 14 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、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。

1. 増加する ☐ 2. 変わらない ☐ 3. 減少する ☐

本調査は以上です。ご協力、ありがとうございました。

1.3.2.2.2. 調査対象及び回答

調査対象と回答は次の通り。

図表 15 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-600a	R-404A	R-407C	R-410A	R-134a	R-600a
調査対象																				
回答社数		1	3	2	0	3	0	1	0	2	3	0	0	5	1	1	0	0	2	1

1.3.2.2.3. 調査結果

調査結果の機器毎の集計は次の通り。

図表 16 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)
令和元年度	583	3.161	5,596
令和2年度	655	3.510	6,212
令和3年度	448	2.596	4,594

図表 17 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)
令和元年度	24,775	161.300	337,118
令和2年度	23,099	152.840	319,436
令和3年度	24,682	130.411	272,558

図表 18 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)
令和元年度	56,680	171.273	115,609
令和2年度	40,178	114.546	77,319
令和3年度	39,918	113.468	76,591

図表 19 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)
令和元年度	82,038	335.735	458,322
令和2年度	63,932	270.896	402,967
令和3年度	65,048	246.474	353,743

図表 20 コンデンスユニット_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)
令和元年度	413	0.490	1,919
令和2年度	740	0.721	2,827
令和3年度	966	0.915	3,586

図表 21 コンデンスユニット_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)
令和元年度	159	2.067	4,320
令和2年度	59	0.767	1,603
令和3年度	44	0.572	1,195

図表 22 コンデンスユニット_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)
令和元年度	913	0.159	227
令和2年度	836	0.153	219
令和3年度	1,328	0.243	347

図表 23 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)
令和元年度	3,382	2.852	11,179
令和2年度	253	0.203	794
令和3年度	253	0.200	784

図表 24 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)
令和元年度	42,721	5.585	7,987
令和2年度	25,862	3.031	4,335
令和3年度	29,808	3.641	5,207

図表 25 業務用一体型冷凍冷蔵機器_R-600a(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)
令和元年度	0	0	0
令和2年度	0	0	0
令和3年度	340	0.020	28

図表 26 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)
令和元年度	4,486	1.875	7,351
令和2年度	2,954	1.142	4,476
令和3年度	3,152	1.276	5,000

図表 27 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)
令和元年度	7,118	0.436	0
令和2年度	8,375	0.524	0
令和3年度	15,255	2.150	3,074

図表 28 内蔵型冷凍冷蔵ショーケース_R-600a(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)
令和元年度	0	0	0
令和2年度	0	0	0
令和3年度	7,677	0.502	2

図表 29 内蔵型冷凍冷蔵ショーケース_R-290(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)
令和元年度	0	0	0
令和2年度	0	0	0
令和3年度	2	0.000	0

図表 30 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)
令和元年度	106,985	19.443	41,535
令和 2 年度	57,782	8.946	17,695
令和 3 年度	58,825	9.518	19,224

1.3.2.3. カーエアコン

1.3.2.3.1. 調査票の作成

この製品カテゴリについては、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、令和元年、令和 2 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 31 調査票

経済産業省 令和4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3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。 令和元年、令和2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。				
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
				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
令和3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3年自動車輸入台数(通関実績) (台/年)	令和3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。				
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。				
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。				

1.3.2.3.2. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 32 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
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	267,498	9.626	0.017	148.288	13,765	24	212,051
令和 3 年	22,127	25	223,045	9.179	0.100	125.490	13,125	143	179,451

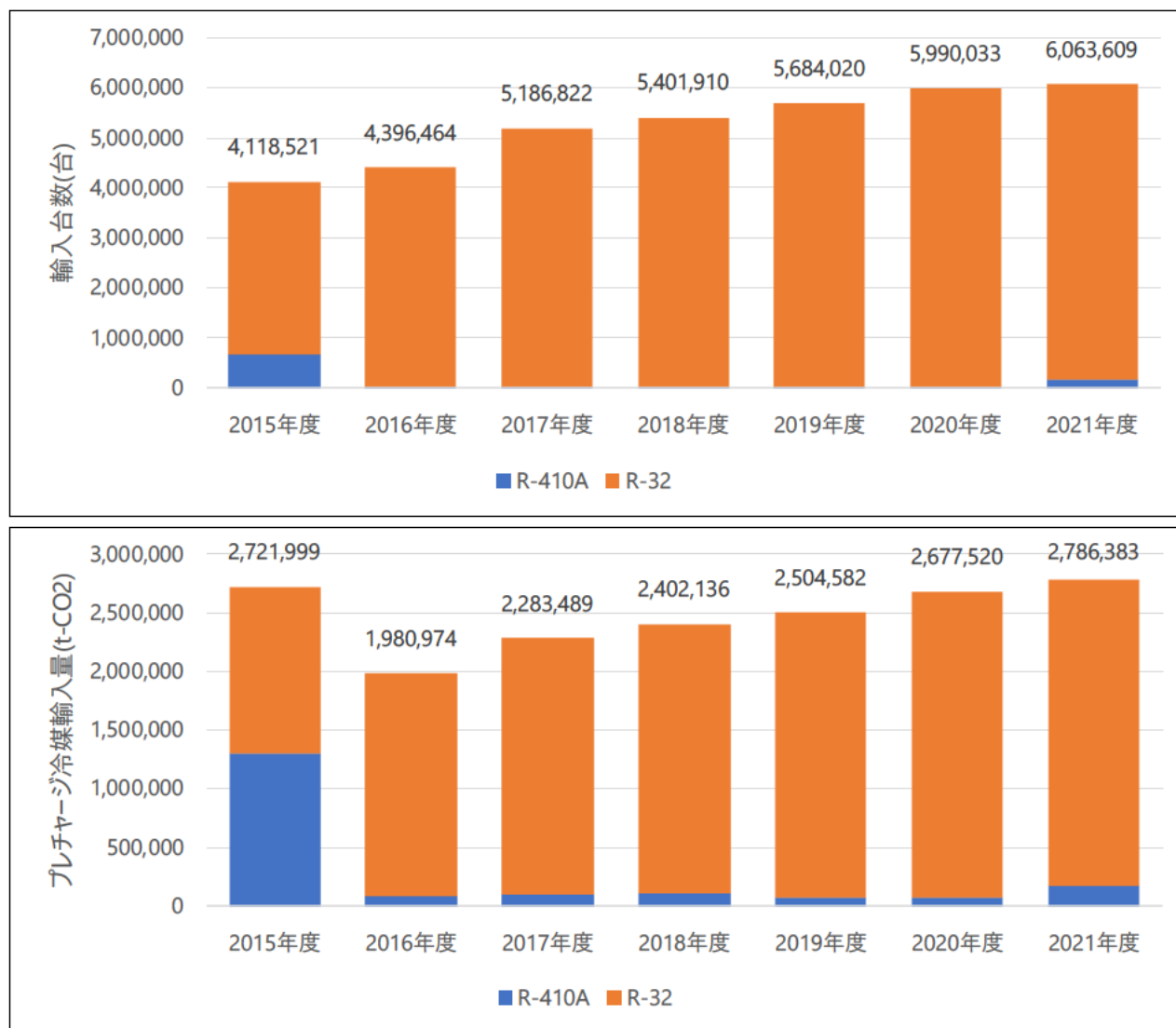
1.3.2.4. まとめ

プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015（平成 27）年度以降の推移としてまとめると次となる。

1.3.2.4.1. 家庭用エアコン

家庭用エアコンについては、輸入台数が増加しており、R-32 への転換に伴い、2016 年度に一旦、下がったプレチャージ輸入量は、増加している。

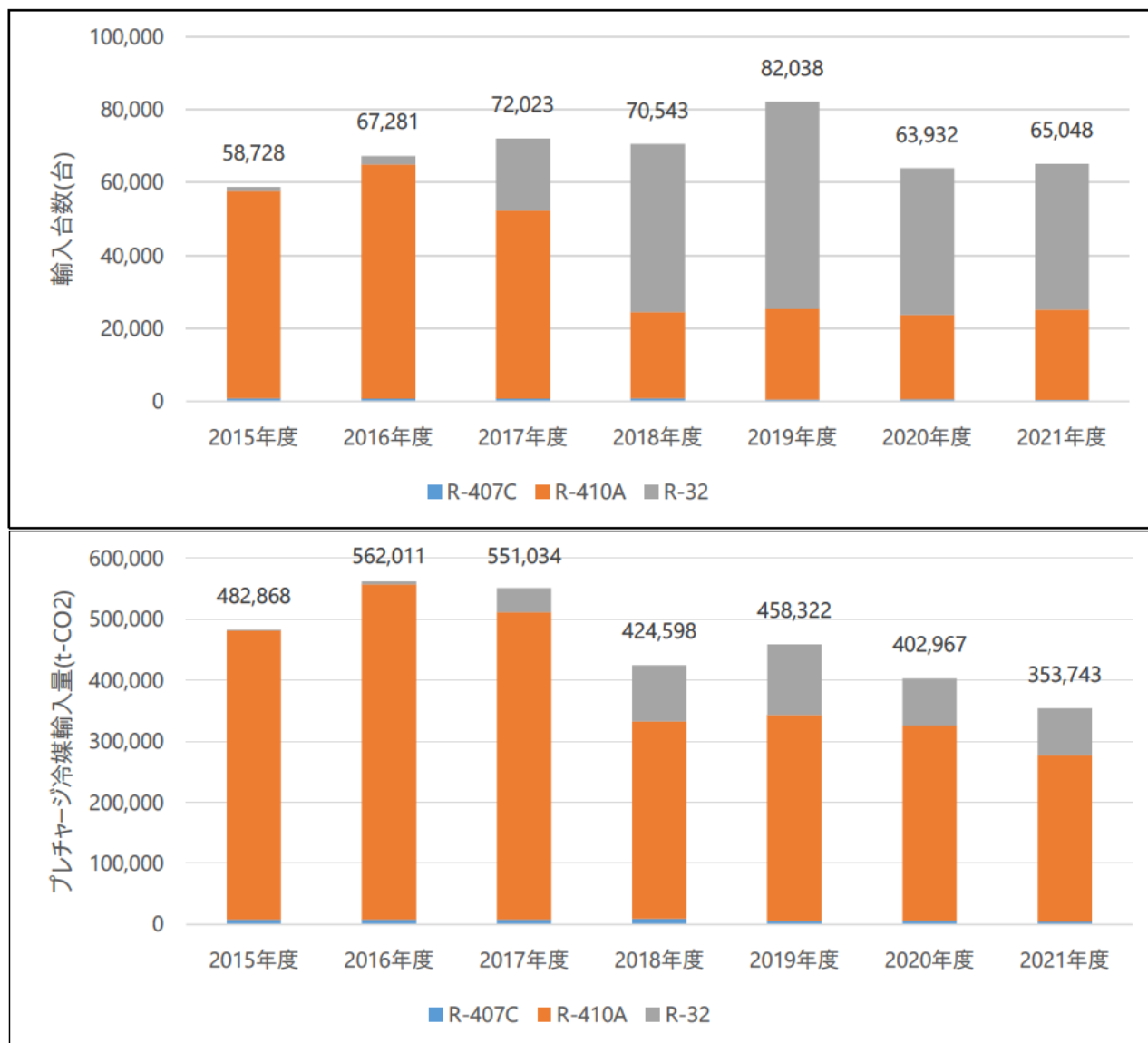
図表 33 プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015 年度以降の推移 -家庭用エアコン



1.3.2.4.2. 店舗・業務用エアコン

店舗・業務用エアコンについては、R-410A から R-32 への転換が進み輸入量は減少傾向にある。

図表 34 プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015 年度以降の推移 -店舗・業務用エアコン



1.3.2.4.3. コンデンスユニット

コンデンスユニットについては、輸入台数が 2019 年度に大きく減少したものの、R-410A の輸入台数が増えたことに伴い輸入量に大きな変化はなく、2020 年度以降も R-410A の輸入台数に輸入量が大きく影響している。

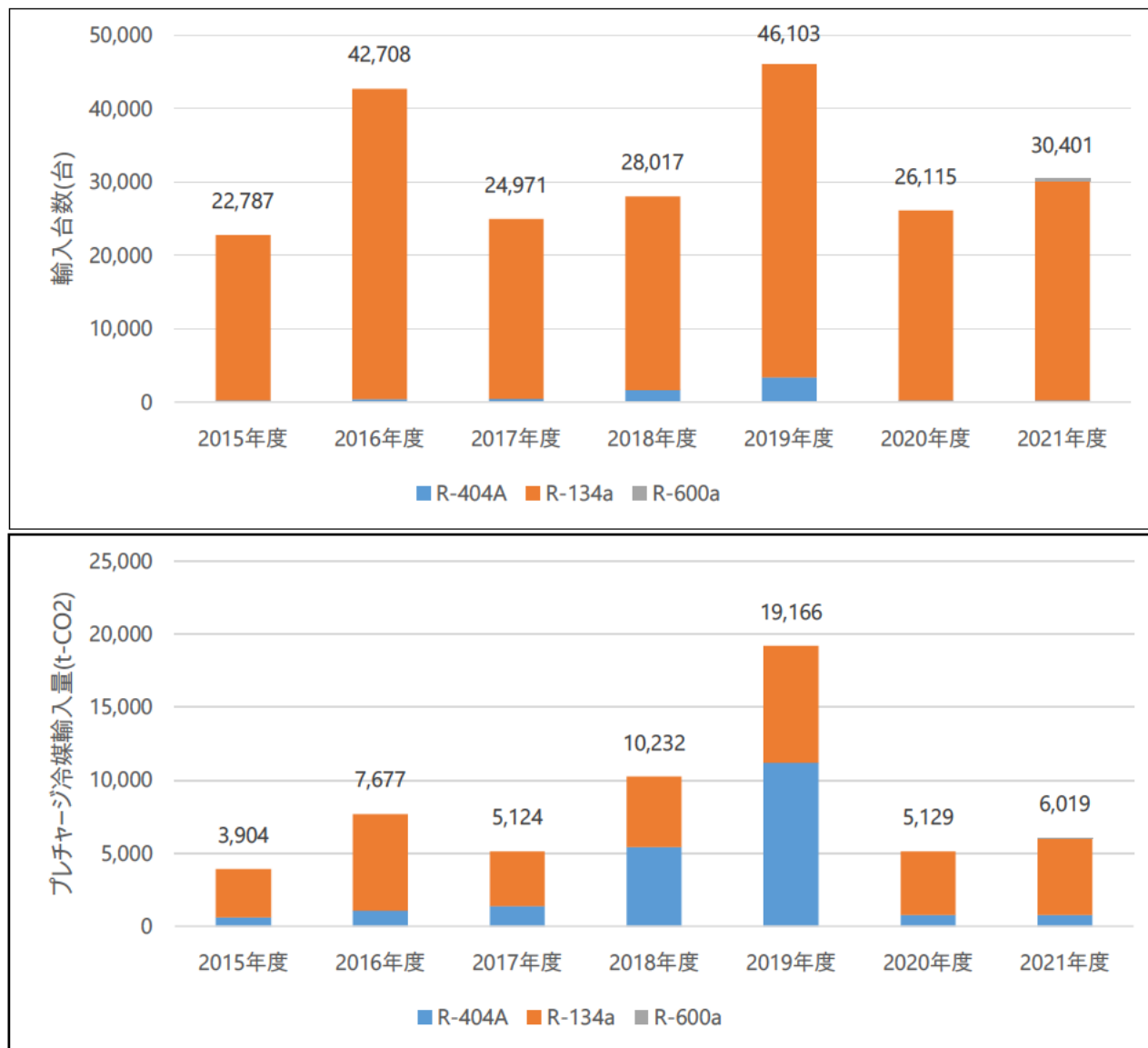
図表 35 プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015 年度以降の推移 -コンデンスユニット



1.3.2.4.4. 業務用一体型冷凍冷蔵機器等

業務用一体型冷凍冷蔵機器等については、2019 年度に R-404A の輸入台数が増えたことにより輸入量が増えたが、2020 年度以降は R-404A の輸入台数が減少したため輸入量が下がった。

図表 36 プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015 年度以降の推移 -業務用一体型冷凍冷蔵機器等



1.3.2.4.5. 内蔵形ショーケース

内蔵形ショーケースについては、2020 年度に輸入台数が大きく減少し輸入量も減少した。

図表 37 プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015 年度以降の推移 -内蔵形ショーケース



1.3.2.4.6. カーエアコン

カーエアコンについては、HFO-1234yf への転換が進み、2018 年度以降、減少している。

図表 38 プレチャージ調査の結果をデータの収集を開始した 2015 年度以降の推移 -カーエアコン



1.3.3. 今後、目標年度を迎える指定製品に関する調査

1.3.3.1. 調査対象の整理

今後、目標年度を迎える指定製品について、本調査では以下の製品を対象とした調査を実施した。

図表 39 調査対象とした、今後、目標年度を迎える指定製品

製品	対象	GWP	目標年
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、表二に掲げるものの以外のものをいう。）			
②床置型等除く、法定冷凍能力 3 トン以上のものであって、 ③を除くもの	国内出荷：600 台以上	750	2023
③中央方式エアコンディショナーのうちターボ冷凍機を用いるもの	国内出荷：1 台以上	100	2025
④ビル用マルチエアコンディショナー（新設及び冷媒配管一式の更新を伴うものに限り、冷暖同時運転型や寒冷地用等を除く）	国内出荷：100 台以上	750	2025
自動車用エアコンディショナー（乗用自動車（定員 11 人以上のものを除く）に搭載されるものに限る）	国内出荷：4,000 台以上	150	2023
コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット（圧縮機の定格出力が 1.5kW 以下のもの等を除く）	国内出荷：50 台以上	1500	2025
硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵機器及び冷凍機器	国内出荷：250 台以上	100	2024
硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵又は冷凍の機能を有する自動販売機	国内出荷：200 台以上	100	2024
非住宅用硬質ポリウレタンフォーム用原液	国内出荷：15 トン以上	100	2024
硬質ポリウレタンフォームを用いた断熱材	国内出荷：15 トン以上	100	2024

出典 NRI 作成

1.3.3.2. 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。）

1.3.3.2.1. ②床置型等除く、法定冷凍能力３トン以上のものであって、③を除くもの

1.1.1.1.1.1. 調査票の作成

本年度調査により、本製品については、対象とされる要件（国内出荷：600 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体である（一社）日本冷凍空調工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理された。

一方で、上記業界団体に加盟していない企業が把握されなかったことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を進める方法が検討された。

1.1.1.1.1.2. 調査結果

調査結果は次のとおり。

図表 40 調査結果(回答社数=6)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（台）	R-32	24,316
	R-407C	0
	R-410A	20,737
	その他	0
	合計	45,053
輸入の有無		有
輸入国内出荷（台）	R-32	3,262
	R-407C	0
	R-410A	5,468
	その他	0
	合計	8,730

1.3.3.2.2. ③中央方式エアコンディショナーのうちターボ冷凍機を用いるもの

1.1.1.1.1.3. 調査票の作成

本年度調査により、本製品については、対象とされる要件（国内出荷：1 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体である（一社）日本冷凍空調工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理された。

一方で、上記業界団体に加盟していない企業が把握されなかったことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を進める方法が検討された。

1.1.1.1.1.4. 調査結果

調査結果は次のとおり。

図表 41 調査結果(回答社数=4)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（台）	R-134a	18
	R-245fa	14
	HFO	23
	その他	0
	合計	55
輸入の有無		有
輸入国内出荷（台）	R-134a	0
	R-245fa	0
	HFO	17
	その他(R-514A)	12
	合計	29

1.3.3.2.3. ④ビル用マルチエアコンディショナー（新設及び冷媒配管一式の更新を伴うものに限り、冷暖同時運転型や寒冷地用等を除く）

1.1.1.1.1.5. 調査票の作成

本年度調査により、本製品については、対象とされる要件（国内出荷：100 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体である（一社）日本冷凍空調工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理された。

一方で、上記業界団体に加盟していない企業が把握されなかったことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を進める方法が検討された。

1.1.1.1.1.6. 調査結果

調査結果は次のとおり。

図表 42 調査結果(回答社数=6)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（台）	R-32	41
	R-407C	0
	R-410A	84,787
	その他	0
	合計	84,828
輸入の有無		有
輸入国内出荷（台）	R-32	0
	R-407C	0
	R-410A	17,778
	その他	0
	合計	17,778

1.3.3.3. 自動車用エアコンディショナー（乗用自動車（定員 11 人以上のものを除く）に搭載されるものに限る）

本製品については、対象とされる要件（国内出荷：4,000 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体に全て加盟しており、当該業界団体を通じた調査が可能であることが把握された。

なお、対象が明確であることから、具体の調査票の送付は、次年次以降とした。

1.3.3.4. コンデンスユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット（圧縮機の定格出力が 1.5kW 以下のもの等を除く）

1.3.3.4.1. 調査票の作成

本年度調査により、本製品については、対象とされる要件（国内出荷：50 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体である（一社）日本冷凍空調工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理された。

一方で、上記業界団体に加盟していない企業が把握されなかったことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を進める方法が検討された。

1.3.3.4.2. 調査結果

調査結果は次のとおり。

図表 43 調査結果(回答社数=18)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（台）	R-404A	8,611
	R-410A	9,333
	R-407C	934
	R-448A	10,396
	R-463A-J	0
	R-449A	0
	R-513A	0
	その他(R-134a)	15
	その他(R-407H)	1
	その他(R-744)	807
	合計	30,097
輸入の有無		無
輸入国内出荷（台）	R-404A	60
	R-410A	0
	R-407C	0
	R-448A	0
	R-463A-J	0
	R-449A	0
	R-513A	0
	その他	0
	合計	60

1.3.3.5. 硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵機器及び冷凍機器

1.3.3.5.1. 調査票の作成

本年度調査により、本製品については、対象とされる要件（国内出荷：250 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体である（一社）日本冷凍空調工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理された。

一方で、上記業界団体に加盟していない企業が把握されなかったことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を進める方法が検討された。

1.3.3.5.2. 調査結果

調査結果は次のとおり。

図表 44 調査結果(回答社数=13)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（台）	HFC-134a	1,053
	HFC-245fa	4,871
	HFC-365mfc	0
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)	456,071
	その他(シクロペンタン)	62,611
	その他(CO2)	422
	その他	21,290
	合計	546,318
輸入の有無		有
輸入国内出荷（台）	HFC-134a	0
	HFC-245fa	0
	HFC-365mfc	0
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)	4,060
	その他(シクロペンタン)	46,407
	その他(ペンタン)	7
	合計	50,474

1.3.3.6. 硬質ポリウレタンフォームを用いた冷蔵又は冷凍の機能を有する自動販売機

1.3.3.6.1. 調査票の作成

本年度調査により、本製品については、対象とされる要件（国内出荷：200 台以上）を満たす企業は、関連する業界団体である（一社）日本自動販売システム機械工業会に加盟している企業以外には存在しないことが整理された。

調査は、指定製品の国内製造及び輸入の状況について、調査票を配布する方法にて実施した。

1.3.3.6.2. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 45 調査の結果(回答社数=2)

			計
国内製造の有無			
国内製造国内出荷（台）	HFC-134a		
	HFC-245fa		
	HFC-365mfc		
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)		
	シクロペンタン		
	その他(CO ₂)		
	合計		
輸入の有無			
輸入国内出荷（台）	HFC-134a		
	HFC-245fa		
	HFC-365mfc		
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)		
	シクロペンタン		
	その他		
	合計		

調査回答が3社未満のため、非公表

1.3.3.7. 非住宅用硬質ポリウレタンフォーム用原液

1.3.3.7.1. 調査票の作成

本製品については、対象とされる要件（国内出荷：15 トン以上）を満たす企業は、関連する業界団体であるウレタンフォーム工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理されたことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を、調査票を配布する方法にて実施した。

1.3.3.7.2. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 46 調査の結果(回答社数=10)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（トン）	HFC-134a	0
	HFC-245fa	1,028
	HFC-365mfc	514
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)	439
	その他(水)	4
	合計	1,985
輸入の有無		有
輸入国内出荷（トン）	HFC-134a	0
	HFC-245fa	0
	HFC-365mfc	0
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)	0
	その他	0
	合計	0

1.3.3.8. 硬質ポリウレタンフォームを用いた断熱材

1.3.3.8.1. 調査票の作成

本製品については、対象とされる要件（国内出荷：15 トン以上）を満たす企業は、関連する業界団体であるウレタンフォーム工業会に加盟している企業以外にも存在する可能性があることが整理されたことから、同工業会加盟企業に対して、自社における指定製品の国内製造及び輸入の状況、さらに、工業会加盟企業以外で国内製造及び輸入を実施している企業に関する情報収集に係る調査を、調査票を配布する方法にて実施した。

1.3.3.8.2. 調査結果

調査結果は次の通り。

図表 47 調査の結果(回答社数=10)

		計
国内製造の有無		有
国内製造国内出荷（トン）	HFC-134a	0
	HFC-245fa	179
	HFC-365mfc	54
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)	796
	その他(シクロペンタン)	3,348
	その他(CO2)	312
	その他(シクロペンタン、CO2)	6,302
	その他(ペンタン)	969
合計		11,960
輸入の有無		有
輸入国内出荷（トン）	HFC-134a	0
	HFC-245fa	0
	HFC-365mfc	0
	HFO(HFO-1233zd、HFO-1336mzz)	0
	その他(シクロペンタン)	0
	合計	0

1.3.3.9. まとめ

本調査で得られた回答から、2021 年の各指定製品の加重平均 GWP を試算すると以下となる。

図表 48 2021 年の各指定製品の加重平均 GWP 試算

指定製品	項目	冷媒種	GWP	2021 年	
				国内出荷数量	加重平均 GWP 試算
店舗・事務所用エアコン ディショナーで床置型等 除く、法定冷凍能力 3 トン以上のもの	国内製造国内 出荷（台）	R-32	675	24,316	1,363
		R-407C	1,774	0	
		R-410A	2,088	20,737	
		その他		0	
		合計		45,053	
	輸入国内出荷 （台）	R-32	675	3,262	
		R-407C	1,774	0	
		R-410A	2,088	5,468	
		その他		0	
		合計		8,730	
店舗・事務所用エアコン ディショナーで中央方式 エアコンディショナーのうち ターボ冷凍機を用いるも の	国内製造国内 出荷（台）	R-134a	1,430	18	478
		R-245fa	1,030	14	
		HFO		23	
		その他		0	
		合計(R-514A)		55	
	輸入国内出荷 （台）	R-134a	1,430	0	
		R-245fa	1,030	0	
		HFO		17	
		その他		12	
		合計		29	
店舗・事務所用エアコン ディショナーでビル用マル チエアコン	国内製造国内 出荷（台）	R-32	675	41	2,087
		R-407C	1,774	0	
		R-410A	2,088	84,787	
		その他		0	
		合計		84,828	
	輸入国内出荷 （台）	R-32	675	0	
		R-407C	1,774	0	
		R-410A	2,088	17,778	
		その他		0	
		合計		17,778	

指定製品	項目	冷媒種	GWP	2021 年	
				国内出荷数量	加重平均 GWP 試算
コンデンシングユニット等	国内製造国内 出荷（台）	R-404A	3,922	8,611	2,307
		R-410A	2,088	9,333	
		R-407C	1,774	934	
		R-448A	1,386	10,396	
		R-463A-J	1,493	0	
		R-449A	1,396	0	
		R-513A	630	0	
		その他(R-134a)	1,430	15	
		その他(R-407H)	1,495	1	
		その他(R-744)		807	
		合計		30,097	
	輸入国内出荷 （台）	R-404A	3,922	60	
		R-410A	2,088	0	
		R-407C	1,774	0	
		R-448A	1,386	0	
		R-463A-J	1,493	0	
		R-449A	1,396	0	
		R-513A	630	0	
		その他		0	
		合計		60	
硬質ポリウレタンフォーム を用いた冷蔵機器及び 冷凍機器	国内製造国内 出荷（台）	HFC-134a	1,430	1,053	11
		HFC-245fa	1,030	4,871	
		HFC-365mfc	794	0	
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)		456,071	
		その他(シクロペンタン)		62,611	
		その他(CO2)		422	
		その他		62,611	
		合計		546,318	
	輸入国内出荷 （台）	HFC-134a	1,430	0	
		HFC-245fa	1,030	0	
		HFC-365mfc	794	0	
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)		4,060	
		その他(シクロペンタン)		46,407	
		その他(ペンタン)		7	
		合計		50,474	

指定製品	項目	冷媒種	GWP	2021 年	
				国内出荷数量	加重平均 GWP 試算
硬質ポリウレタンフォーム を用いた冷蔵又は冷凍 の機能を有する自動販 売機	国内製造国内 出荷（台）	HFC-134a	1,430	調査回答が 3 社未満の ため、非公 表	0
		HFC-245fa	1,030		
		HFC-365mfc	794		
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)			
		シクロペンタン			
		その他			
		合計			
	輸入国内出荷 （台）	HFC-134a	1,430		
		HFC-245fa	1,030		
		HFC-365mfc	794		
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)			
		シクロペンタン			
		その他			
		合計			
非住宅用硬質ポリウレ タンフォーム	国内製造国内 出荷（トン）	HFC-134a	1,430	0	739
		HFC-245fa	1,030	1,028	
		HFC-365mfc	794	514	
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)		439	
		その他(水)		4	
		合計		1,985	
	輸入国内出荷 （トン）	HFC-134a	1,430	0	
		HFC-245fa	1,030	0	
		HFC-365mfc	794	0	
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)		0	
		その他(シクロペンタン)		0	
		合計		0	

指定製品	項目	冷媒種	GWP	2021 年	
				国内出荷数量	加重平均 GWP 試算
硬質ポリウレタンフォーム を用いた断熱材	国内製造国内 出荷 (トン)	HFC-134a	1,430	0	19
		HFC-245fa	1,030	179	
		HFC-365mfc	794	54	
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)		796	
		その他(シクロペンタン)		3,348	
		その他(CO2)		312	
		その他(シクロペンタン、 CO2)		6,302	
		その他(ペンタン)		969	
		合計		11,960	
	輸入国内出荷 (トン)	HFC-134a	1,430	0	
		HFC-245fa	1,030	0	
		HFC-365mfc	794	0	
		HFO(HFO-1233zd、 HFO-1336mzz)		0	
		その他		0	
		合計		0	

1.4. 冷媒需給状況の把握と冷媒不足への対応検討

1.4.1. 冷媒の末端価格に関する調査

本調査は、一般社団法人日本冷凍空調工業連合会の協力を得て、冷媒の末端価格に関する調査を行った。調査の概要は次の通り。なお、本調査の対象としている冷媒は、フロンメーカーから出荷される新品冷媒となる。

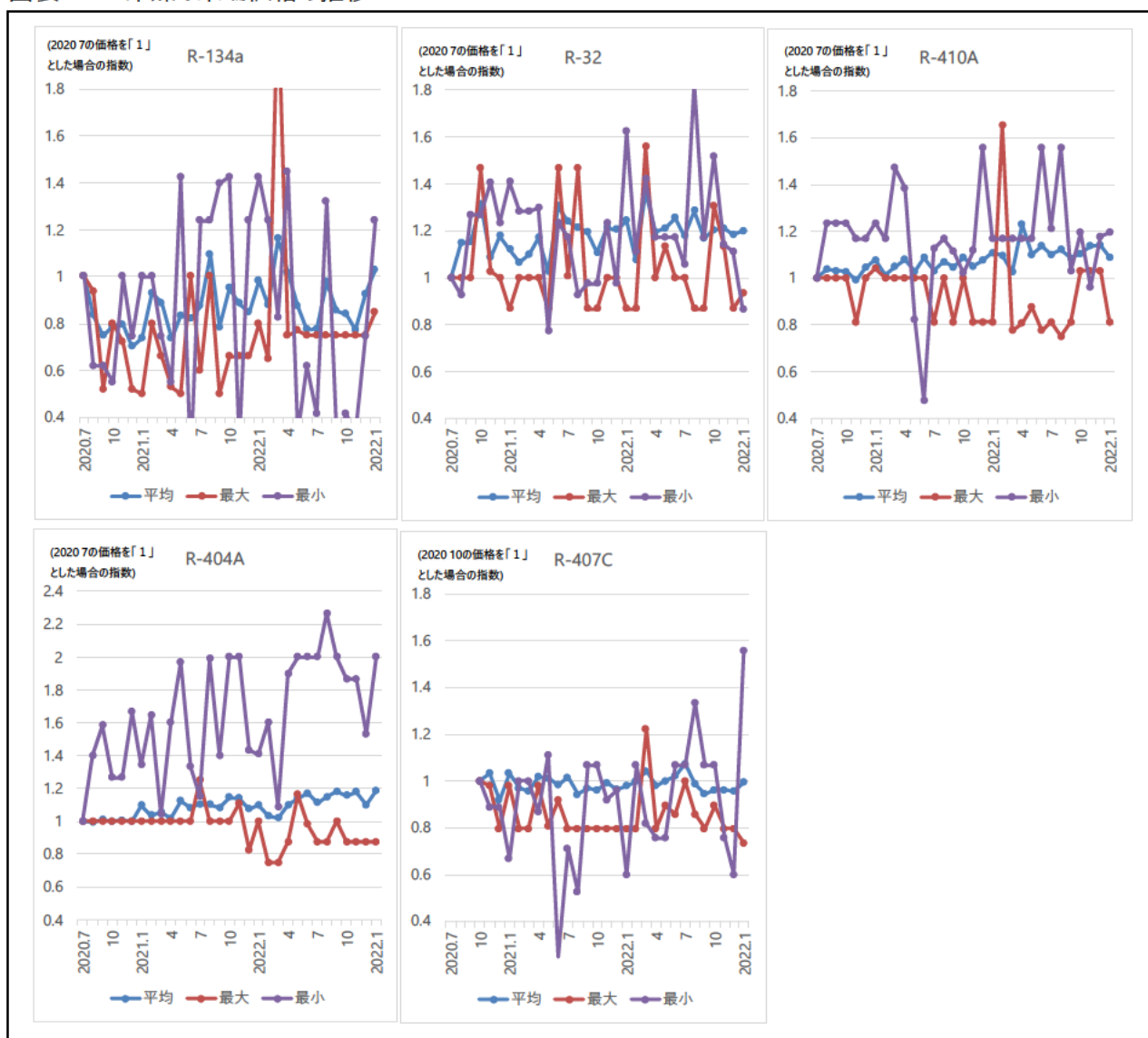
図表 49 冷媒の末端価格に関する調査の概要

調査の期間	2022 年 4 月から 2023 年 2 月まで
調査の対象	全国の冷凍空調設備業者 120 社(実際の回答は毎月 100 社程度)
対象冷媒	R-32、R-134a、R-404A、R-410A、R-407C

出典 NRI 作成

調査の結果は次の通り。

図表 50 冷媒の末端価格の推移



※グラフは昨年度までの報告値も含み作成

出典 一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会の調査結果に基づき NRI 作成

1.4.2. 当面の冷媒の需給見通し

冷媒の末端価格に関する調査及び、当該調査に際して聴取された当面の状況からは、特段、冷媒の供給不足に至る兆候や懸念は見られないことが把握された。

1.4.3. 冷媒の再生やレトロフィットに関する検討

平成4年6月に公表された「フロン法施行状況報告書」では、冷媒の再生に関して以下が示されている。

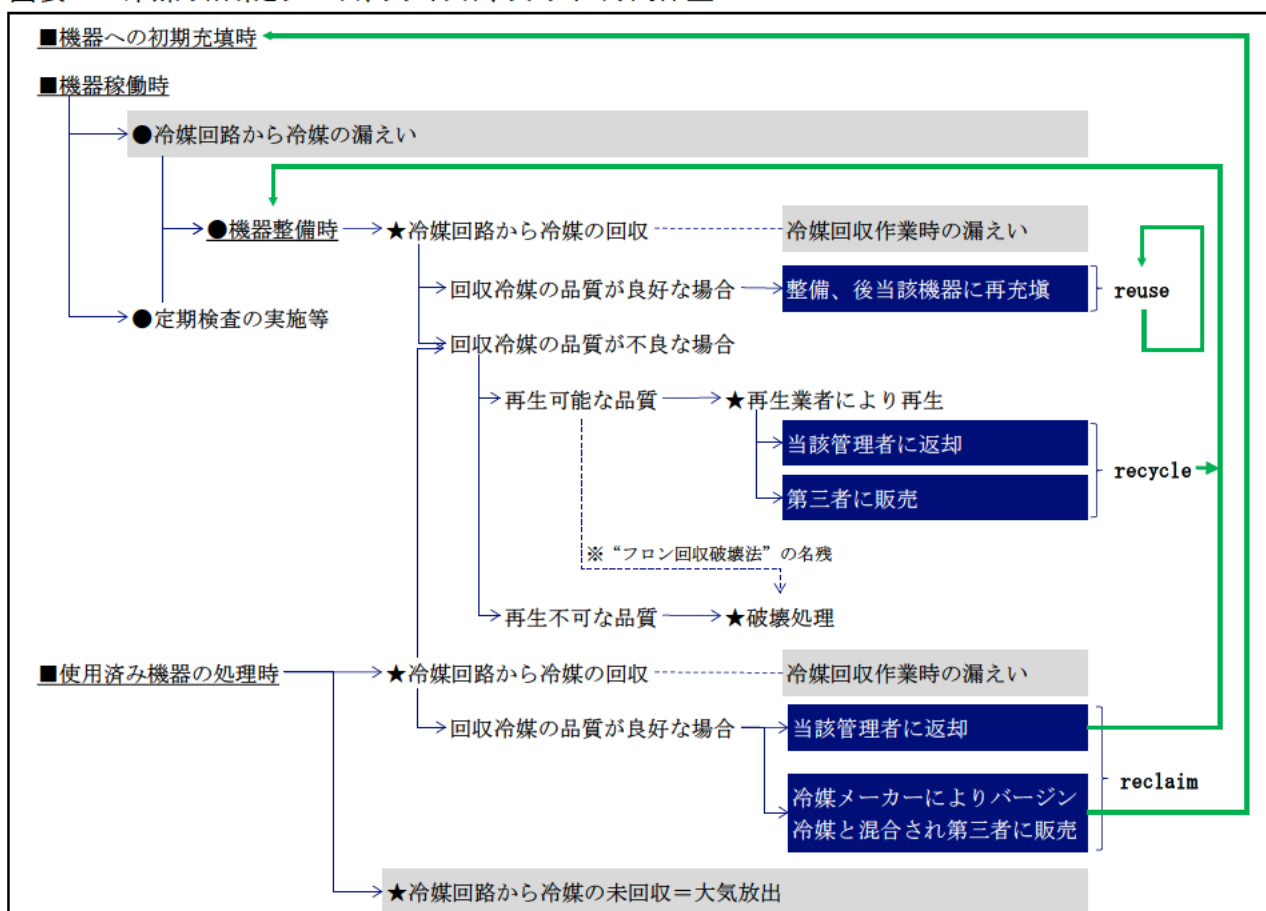
図表 51 フロン法施行状況報告書(令和4年6月)にて提言された「取り組むべき施策」

- ・ キガリ改正に基づく HFC の生産・消費量の大幅な削減が予定されていることから、冷媒の将来的な需給状況の見通しを踏まえ、冷媒不足に伴う社会的な混乱を防ぐ適正な再生制度の運用が必要である。
- ・ また、冷媒の希少性が高まることによる適正な再生市場の確立、冷媒回収インセンティブ向上による冷媒回収率増加の相乗効果、ノンフロン・低 GWP 化までの橋渡しとしての役割を考慮した制度運用を行うべきである。

出典 フロン法施行状況報告書(令和4年6月)

冷媒の循環を考えると、回収された冷媒をそのまま使用するリユース（reuse）と、バージンレベルまで加工処理するリクレイム（reclaim）、バージンレベルまでには至らないが加工処理されるリサイクル（recycle）の3つが考えられ、冷媒の再生については、リクレイムとリサイクルが対象となる。

図表 52 冷媒の循環とリユース、リサイクル、リクレイムの関係整理

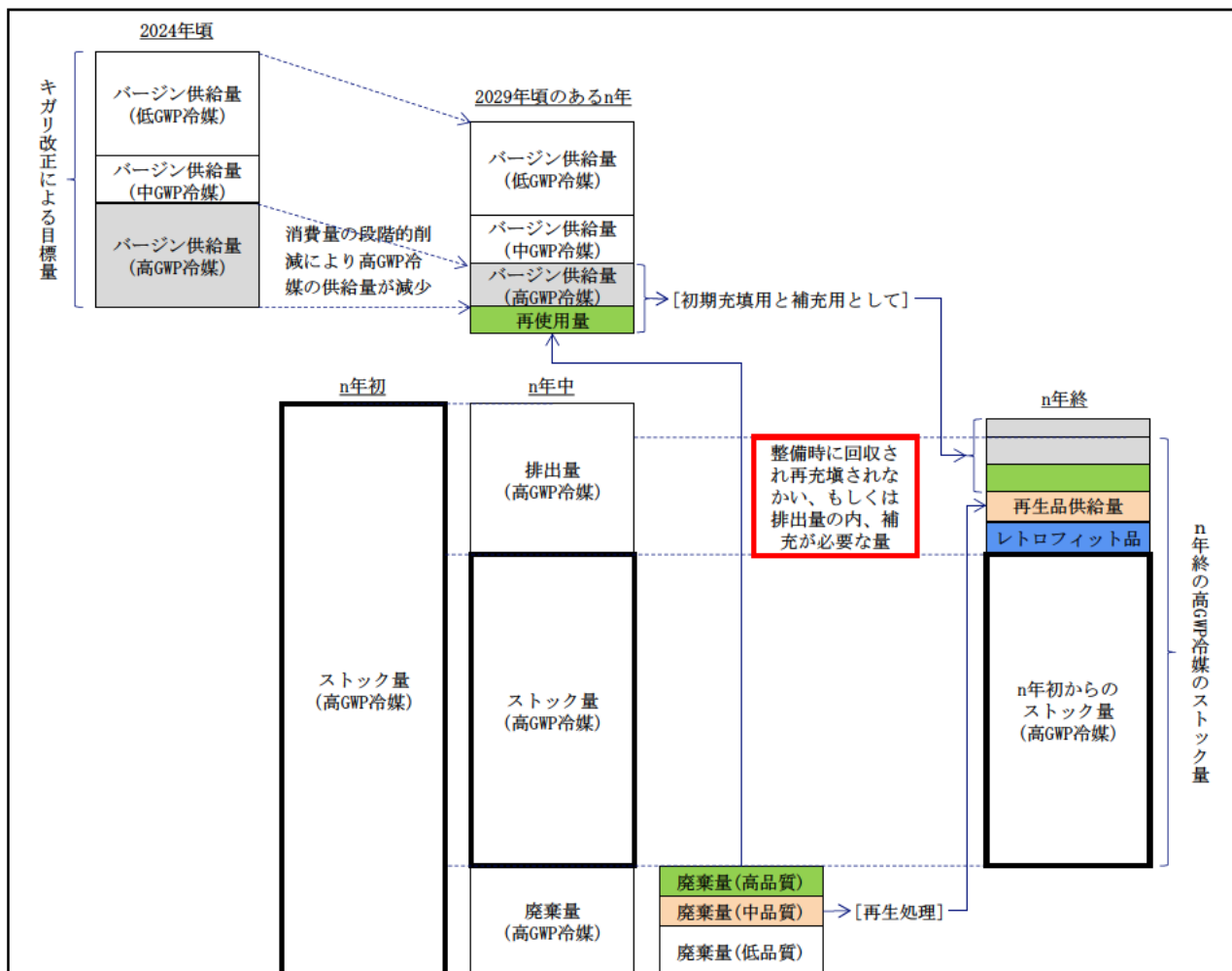


出典 NRI 作成

冷媒不足の具体的な対象は、多くの業務用冷凍空調機器で使用されてきた、高い GWP を有する R-404A（GWP：3920）や R-407C（GWP：2090）といった混合冷媒なることが予見される。

高 GWP 冷媒のバージン供給と再生品の供給、レトロフィット品の供給のイメージを図示すると次となる。

図表 53 高 GWP 冷媒のバージン供給と再生品の供給、レトロフィット品の供給のイメージ



出典 NRI 作成

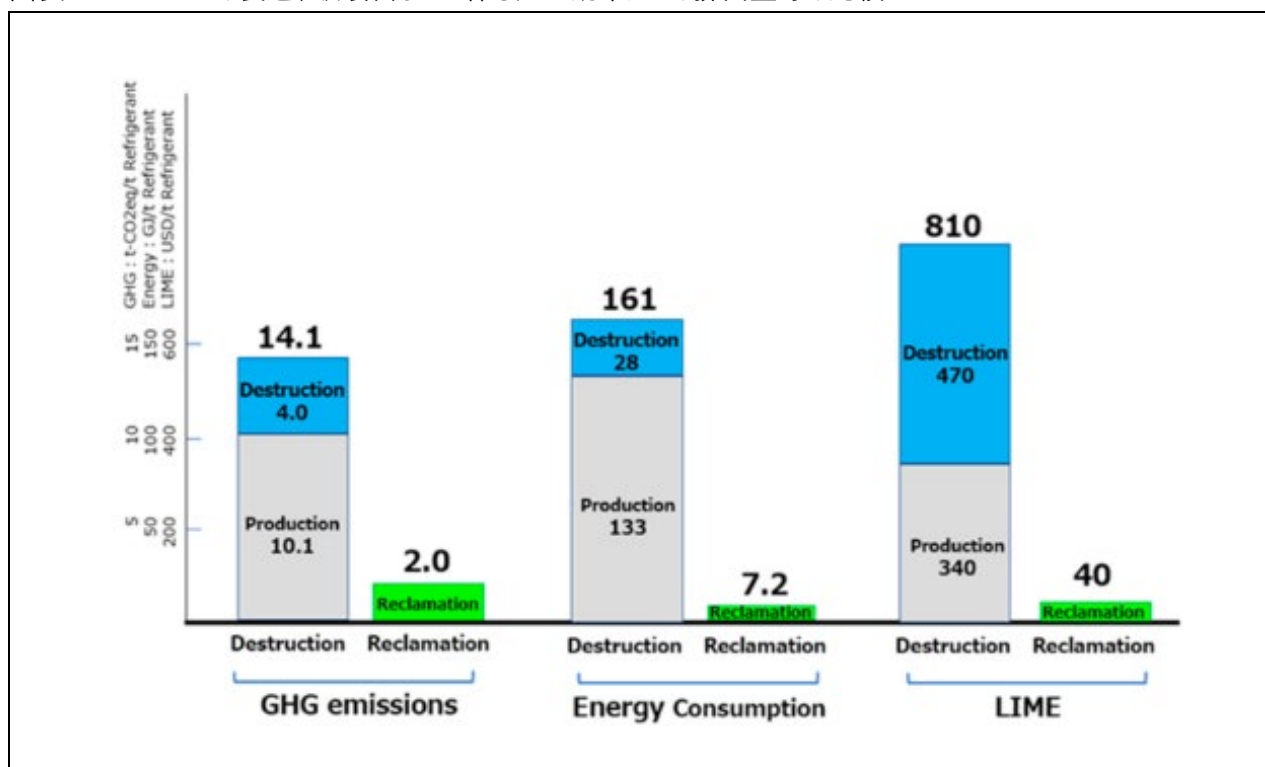
つまり、キガリ改正の目標達成に向け、高 GWP 冷媒のバージン供給が絞られることから、初期充填量と補充量をバージン冷媒と再生品、レトロフィット品で賄うことになる。機器整備時や機器廃棄時に回収され、再生された冷媒の内、品質が高い冷媒については、バージン冷媒と混合して初期充填向け及び、整備時に回収され再充填がなされなかった冷媒向け及び、排出を補充する冷媒向けで、補充用として販売され、中品質のものは、再生処理がなされた後、補充用として使用される。

レトロフィット品は、これまで工場充填時に高 GWP 冷媒が使用されてきた機器について、これを代替したり、補充用について、高 GWP 冷媒を代替したりする目的で使用される。R-407H（GWP：1495）、R-448A（GWP：1386）、R-449A（GWP：1282）、R-454A（GWP：238）、R-454B（GWP：466）、R-454C（GWP：148）などが候補とされている。

高 GWP 冷媒が低 GWP 冷媒にレトロフィットされることで、機器稼働時や機器廃棄時の冷媒漏えいに伴う環境への影響は、低減されることが期待されるが、レトロフィット品の製造と再生処理に係る LCA で考えた場合、再生の方が、環境への影響が低いとするデータもある。

2022 年 12 月 27 日に Sustainability から公表された「Life-Cycle Assessment of Refrigerants for Air Conditioners Considering Reclamation and Destruction」⁴ (Sustainability 2023, 15(1), 473; <https://doi.org/10.3390/su15010473>)によると、R-410A の製造 (Production)、破壊 (Destruction)、再生 (Reclamation) に係る温室効果ガスの排出量 (GHG emissions)、エネルギー消費量 (Energy consumption)、被害算定型影響評価手法 (LIME: Life-cycle Impact Assessment Method based on Endpoint Modeling) の結果は、次のとおりとされている。

図表 54 R-410A の製造、破壊、再生に係る温室効果ガスの排出量等の比較



出典 Life-Cycle Assessment of Refrigerants for Air Conditioners Considering Reclamation and Destruction
(Sustainability 2023, 15(1), 473; <https://doi.org/10.3390/su15010473>)

上記の分析は、R-410A における比較であり、高 GWP 冷媒の再生とレトロフィット品の製造などに係る比較ではないことから、示された絶対値に類する差が生じるわけではないが、レトロフィット品の導入に当たって、考慮すべき事項であると考えられる。

なお、高圧ガス保安法とレトロフィットの関係については、「経済産業省委託 令和 3 年度新エネルギー等の保安規制高度化事業 (冷凍設備への低 GWP 冷媒の安全使用に係る 調査・検討報告書) 令和 4 年 3 月 高圧ガス保安協会」で高圧ガス保安法上の課題が整理され、「レトロフィット実施に係るガイドライン」の作成が進められることとなっている。

⁴ <https://doi.org/10.3390/su15010473>

1.5. GWP 等見直しに係る使用見通しや指定製品等の対応検討

地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）第 7 条の規定において、毎年、我が国における温室効果ガスの排出量及び吸収量を算定し、公表するものとされている。対象となる温室効果ガスごとの排出量を二酸化炭素の量に換算して算定するため、地球温暖化対策の推進に関する法律施行令（温対法施行令）第 4 条の規定において、地球温暖化係数（GWP）が定められている。現行の GWP は気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次報告書（AR4）に基づく数値が採用されているが、2020 年以降の温室効果ガス排出削減のための新たな国際枠組みとして 2016 年に発効された「パリ協定」は、IPCC 第 5 次報告書（AR5）をその科学的根拠としていを受け、温室効果ガス排出量の算定に用いる GWP が従来の AR4 から AR5 に変更されることを見込み、フロン排出抑制法における使用見通し等の算出に使われている GWP も AR4 から AR5 に変更する可能性を検討する必要があった。

他方、モントリオール議定書は、AR4 が継続して使用されることから、モントリオール議定書及びオゾン層保護法に基づき規定される GWP については、AR4 が継続して使用される。

フロン類の使用見通しについては、フロン排出抑制法に基づく、「フロン類の製造業者等の判断の基準となるべき事項」に規定されており、指定製品に使用されているフロン類の環境影響度の低い物質への転換の状況及び平成 28 年 10 月に採択されたオゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書の改正において定められたフロン類の生産量及び消費量の段階的削減の達成の状況との整合性を踏まえて主務大臣が算定することとされているため、AR4 に基づく GWP を使用するモントリオール議定書との整合性を図る必要がある。

指定製品制度についても、モントリオール議定書キガリ改正に基づく HFC の削減スケジュールにしたがって目標値と目標年度が設定されているものであり、既に市場にある製品の表示にも影響を及ぼすものであることから、AR4 に基づく GWP を継続して使用されることとなった。

以上の状況を踏まえ、本調査では、フロン類の使用見通しや指定製品制度における GWP 変更の影響については検討を行う必要がないとされた。

2. 業務用冷凍空調機器等の使用時漏えいに関する対策検討

2.1. マテリアルバランスを踏まえた排出係数の検討

本調査では、HFC-134a、HFC-32、R-410A、R-404A、R-407C を対象として、業務用冷凍空調機器の機器稼働時排出係数の試算を、2019 年、2020 年、2021 年の 3 カ年で実施した。

マテリアルバランスの基本式は次となる。

図表 55 マテリアルバランスの基本式

国内出荷量	=	製品への工場生産時 使用量	+	冷媒使用機器設置時 現場充填量	+	冷媒使用機器稼働時 補充量
-------	---	------------------	---	--------------------	---	------------------

出典 NRI 作成

マテリアルバランスで対象とする製品と物質毎に推計の対象とする使用量等との関係を整理すると次となる。つまり、製品としては、断熱材（硬質ウレタンフォーム、押出発泡ポリスチレン）、業務用冷凍冷蔵機器（大型冷凍冷蔵機器、中型冷凍冷蔵機器、小型冷凍冷蔵機器、業務用空調機器、飲料用自動販売機）、家庭用エアコン、カーエアコン、家庭用冷蔵庫、エアゾール、定量噴射エアゾール（MDI）が該当し、その他、マグネシウム製造時のカバーガスとしての使用がある。

「国内出荷量」については、公表情報が存在しないことから、冷媒の製造や輸入を進める事業者に対する個別調査の実施により把握・整理する。

「製品への工場生産時使用量」、「冷媒使用機器設置時現場充填量」、「冷媒使用機器稼働時補充量」については、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で公表される、「分野ごとの行動計画に基づく取り組みの進捗状況（個票）」と、国立研究開発法人国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィスが公表している「NIR 第 4 章 工業プロセス及び製品の使用分野」の数値情報が活用できる。但し、HFC の種類毎での公表がされていない場合があり、その場合は、製品メーカー等への調査が別途、必要となる。

業務用冷凍空調機器の機器稼働時排出係数については、「冷媒使用機器稼働時補充量」を排出量と想定し、機器毎冷媒別に推計される「市中使用製品/稼働機器に充填されている量」で除することで試算する。なお、「市中使用製品/稼働機器に充填されている量」についても、「冷媒使用機器稼働時補充量」などと同様の方法で整理する。

図表 56 マテリアルバランスで対象とする製品と物質毎に推計の対象とする使用量等との関係の整理

製品			HFC-134a			R-32			R-410A			R-407C			R-404A		
			工場生産時使用量	現場充填時充填量	機器稼働時補充量	工場生産時使用量	現場充填時充填量	機器稼働時補充量	工場生産時使用量	現場充填時充填量	機器稼働時補充量	工場生産時使用量	現場充填時充填量	機器稼働時補充量	工場生産時使用量	現場充填時充填量	機器稼働時補充量
業務用 冷凍空調機器	大型冷凍 冷蔵庫	遠心式冷凍機		●	●												
		スクリー-冷凍機		●	●					●	●					●	●
	中型冷凍 冷蔵庫	冷凍冷蔵ユニット	●		●				●		●			●	●		●
		輸送用冷凍冷蔵ユニット	●	●	●					●	●					●	●
		別置形冷蔵ショーケース	●	●	●					●	●			●		●	●
		冷凍冷蔵用チリングユニット	●		●				●		●	●		●	●		●
		コンデンスユニット								●	●		●	●	●	●	●
	小型冷凍 冷蔵庫	製氷機	●		●										●		●
		冷水機	●		●										●		●
		除湿機				●		●	●		●	●		●			
		内蔵形冷蔵ショーケース	●		●				●		●				●		●
		業務用冷蔵庫	●		●									●	●		●
	業務用空調機器	店舗用 PAC				●		●	●		●			●			
		ビル用 PAC				●	●	●	●	●	●			●			
		設備用 PAC				●	●	●	●	●	●			●			
		GHP							●	●	●	●	●	●			
		空調用チリングユニット	●		●	●		●	●		●			●			
	飲料用自動販売機		●														
家庭用エアコン		●			●			●									
カーエアコン		●		●													
家庭用冷蔵庫		●															
エアゾール		●															
MDI		●															
マグネシウム		●															
硬質ウレタンフォーム		●															
押出発泡ポリスチレン		●															

出典 NRI 作成

なお、現状で業務用冷凍空調機器の機器稼働時排出係数については、機器毎の数値を使用しており、冷媒種毎には整理されていないことを踏まえ、本調査では、マテリアルバランスは物質毎に行うが、排出係数としての結果は機器毎に試算した。試算の結果は次のとおり。

図表 57 マテリアルバランスを踏まえた排出係数の試算結果

		現行 係数	2019 年	2020 年	2021 年	平均
大型冷凍冷蔵機器	遠心式冷凍機	7%	7.2%	3.9%	2.2%	4.4%
	スクリーン冷凍機	12%	12.3%	6.7%	3.8%	7.6%
中型冷凍冷蔵機器	冷凍冷蔵ユニット	17%	17.5%	9.5%	5.3%	10.8%
	輸送用冷凍冷蔵ユニット	15%	15.4%	8.4%	4.7%	9.5%
	別置形冷蔵ショーケース	16%	16.4%	9.0%	5.0%	10.1%
	冷凍冷蔵用チリングユニット	6%	6.2%	3.4%	1.9%	3.8%
	コンデンスユニット	13%	13.3%	7.3%	4.1%	8.2%
小型冷凍冷蔵機器	製氷機	2%	2.1%	1.1%	0.6%	1.3%
	冷水機	2%	2.1%	1.1%	0.6%	1.3%
	除湿機	2%	2.1%	1.1%	0.6%	1.3%
	内蔵形冷蔵ショーケース	2%	2.1%	1.1%	0.6%	1.3%
	業務用冷蔵庫	2%	2.1%	1.1%	0.6%	1.3%
業務用空調機器	店舗用 PAC	3%	3.1%	1.7%	0.9%	1.9%
	ビル用 PAC	3.5%	3.6%	2.0%	1.1%	2.2%
	設備用 PAC	4.5%	4.6%	2.5%	1.4%	2.9%
	GHP	5%	5.1%	2.8%	1.6%	3.2%
	空調用チリングユニット	6%	6.2%	3.4%	1.9%	3.8%

出典 NRI 作成

2.2. 政策の方向性の検討

昨年度に引き続き、経済産業省から提供を受けた実態データに基づき計算された排出係数は次のとおり。

図表 58 経済産業省から提供を受けた実態データに基づき計算された排出係数

		現行 係数	2019 年		2020 年		2021 年		平均 排出 係数
			排出 係数	推計対象 機器台数	排出 係数	推計対象 機器台数	排出 係数	推計対象 機器台数	
大型冷凍 冷蔵機器	遠心式冷凍機	7%	1.3%	160	0.5%	162	1.0%	163	0.9%
	スクリーン冷凍機	12%	0.0%	75	0.4%	83	7.3%	88	2.6%
中型冷凍 冷蔵機器	冷凍冷蔵ユニット	17%	2.0%	5,257	1.8%	5,613	2.4%	5,978	2.1%
	輸送用冷凍冷蔵ユニット	15%	0%	24	3.4%	24	0%	24	1.1%
	別置形冷蔵ショーケース	16%	2.4%	174	3.4%	176	2.2%	187	2.7%
	冷凍冷蔵用チリングユニット	6%	0.0%	456	2.2%	528	0.0%	586	0.7%
	コンデンシングユニット	13%	0.8%	1,125	1.7%	1,223	1.6%	1,246	1.4%
小型冷凍 冷蔵機器	製氷機	2%	0.0%	221	0.0%	228	0.0%	232	0.0%
	冷水機	2%	0%	188	0%	197	0%	205	0%
	除湿機	2%	—	—	—	—	—	—	—
	内蔵形冷蔵ショーケース	2%	0.2%	341	0.1%	358	0.0%	363	0.1%
	業務用冷蔵庫	2%	3.3%	568	0.2%	593	0.1%	609	1.2%
務用空調 機器	店舗用 PAC	3%	1.0%	12,638	0.8%	14,185	0.9%	14,816	0.9%
	ビル用 PAC	3.50%	2.4%	5,834	4.4%	6,563	3.7%	6,869	3.5%
	設備用 PAC	4.50%	2.1%	4,447	2.2%	4,856	2.6%	5,176	2.3%
	GHP	5%	1.6%	2,769	4.0%	2,933	2.8%	3,050	2.8%
	空調用チリングユニット	6%	0.2%	1,160	0.3%	1,242	0.2%	1,490	0.2%
計			35,437		38,964		41,082		

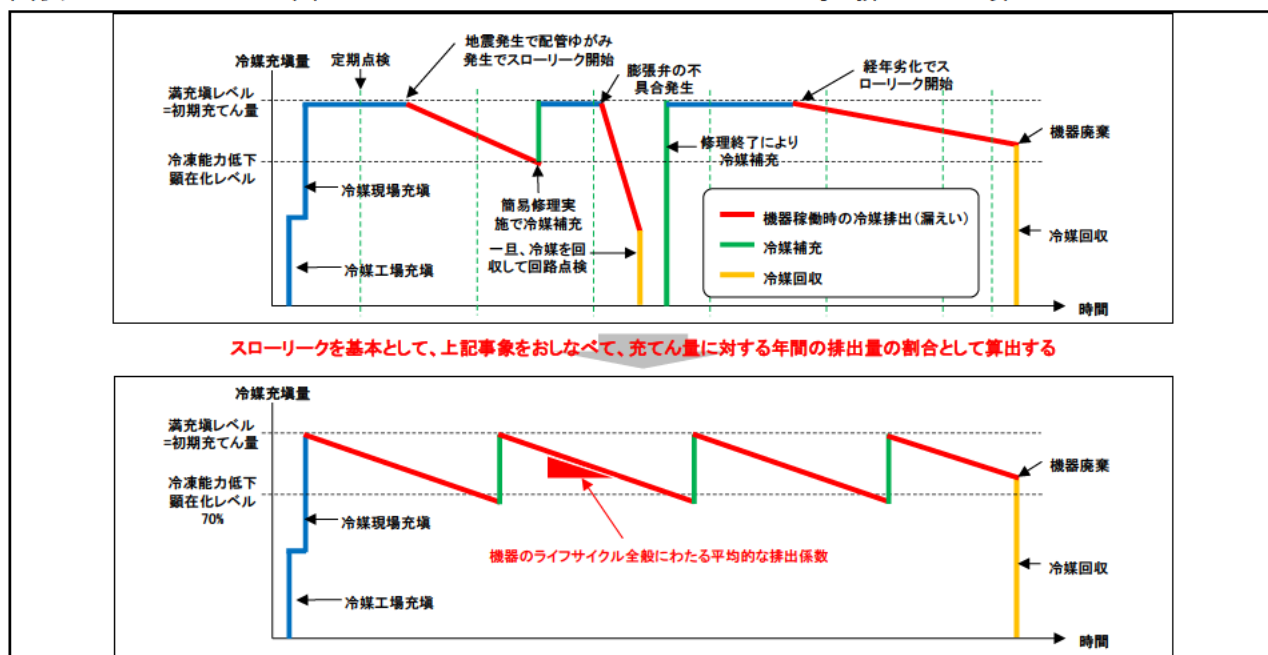
出典 NRI 作成

2022 年 3 月末現在の登録台数は、89,824 台であり、その内、初期充填量が把握される機器を対象として、排出係数は計算されている。

全体的に「経済産業省から提供を受けた実態データに基づき計算された排出係数」は、「マテリアルバランスを踏まえた排出係数の試算結果」と比較して低い傾向にある。

現行排出係数は、スローリークを主因として、次の図のような考え方に基づき、ライフサイクル全般に亘り、毎年一定量、平均的に排出(漏えい、大気中に放出)するとした場合の排出係数を採用してきた。

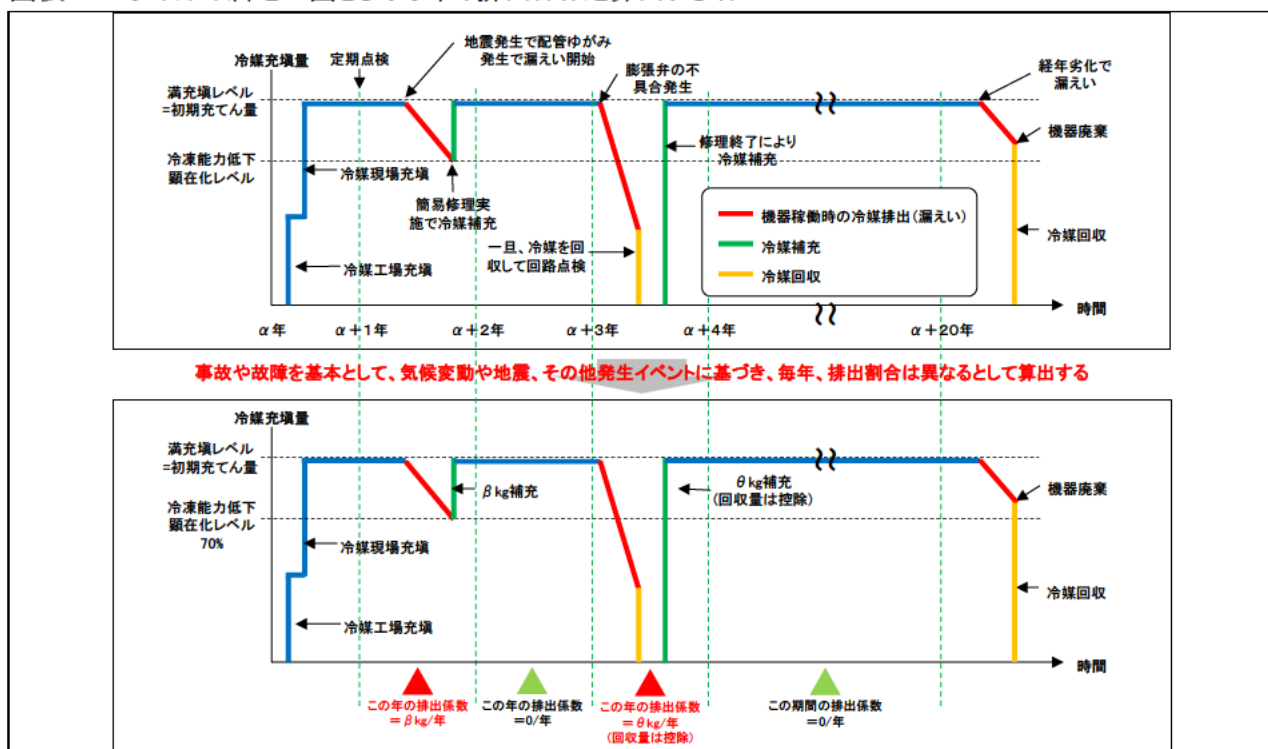
図表 59 スローリークを主因として機器のライフサイクル全般にわたり平均的な排出係数を算定するイメージ



出典 NRI 作成

一方で、経済産業省から提供を受けた実態データに基づき計算された排出係数は、事故や故障などを主因として、毎年、異なる排出係数を算出する方法を採用している。

図表 60 事故や故障を主因として毎年の排出係数を算出するイメージ



出典 NRI 作成

冷媒漏えいの実態は、機器の経年劣化による漏えいに加え、地震や洪水といった自然災害による漏えいもあり、毎年異なった数字となることが想定される。

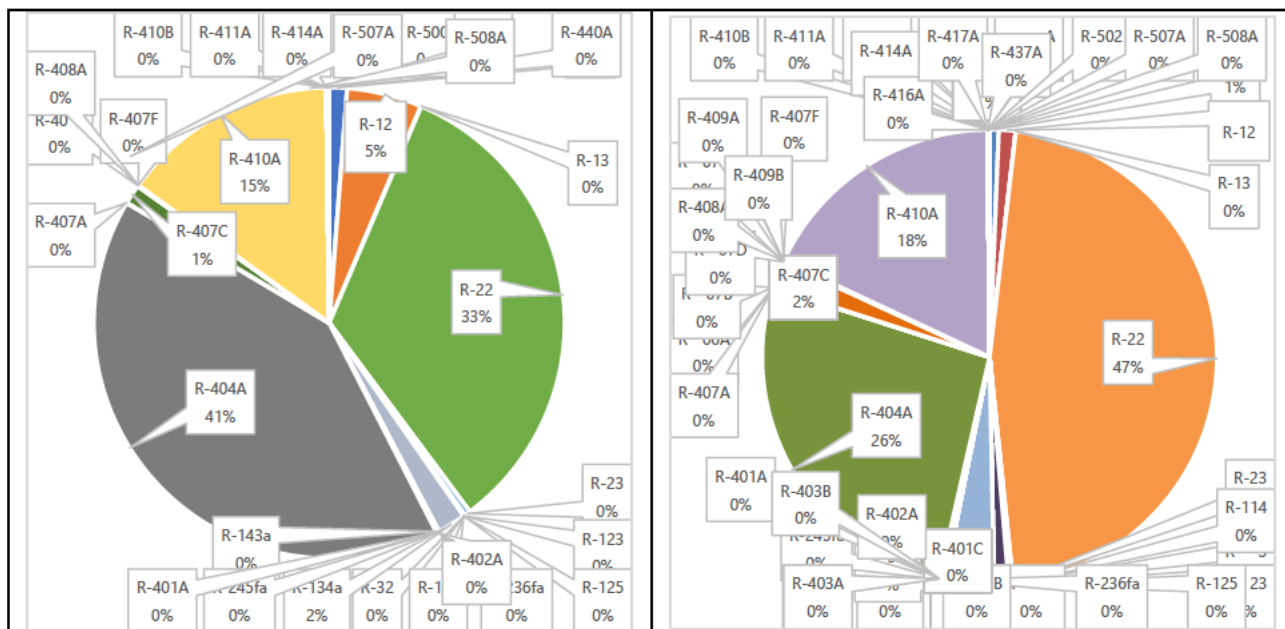
政策の対象は、日々の運転を通じて発生する事故や故障による冷媒漏えいを防止、抑制することであり、排出係数としてモニタリングすべきデータとしては、経済産業省から提供を受けた実態データであり、登録台数を増加させるなどにより、より広範な機器を対象とした分析が可能となるよう、取組を進めることが期待される。

3. 算定漏えい量報告の令和3年度分集計及び前年度分との比較分析

3.1. 令和3年度分の算定漏えい量報告のとりまとめ

令和3年度の算定漏えい量報告の内容は、二酸化炭素換算での排出量の場合、R-404A の排出量は全体の41%となっているが、実トンでは26%となっている。一方、二番目に排出量が多いR-22 二酸化炭素換算での排出量で33%であるが、実トンでは47%となっている。

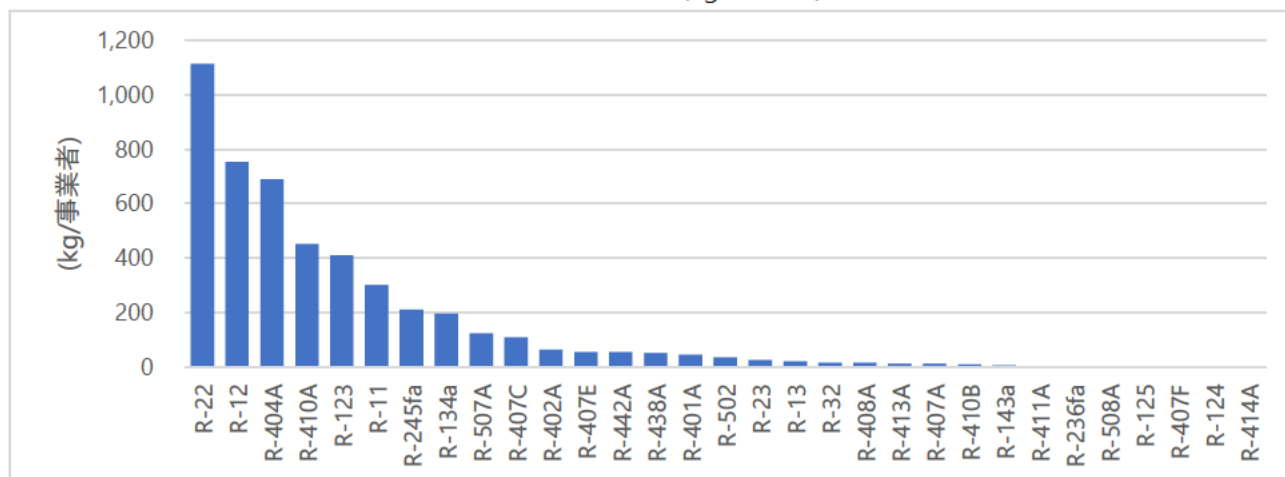
図表 61 算定漏えい量報告の物質別排出量の二酸化炭素換算（左）と実トン（右）の比較



出典 経済産業省データから NRI 作成

特定漏えい者一事業者当たりの物質別排出量を見ると、R-22 が 1,115kg/事業者となっている。

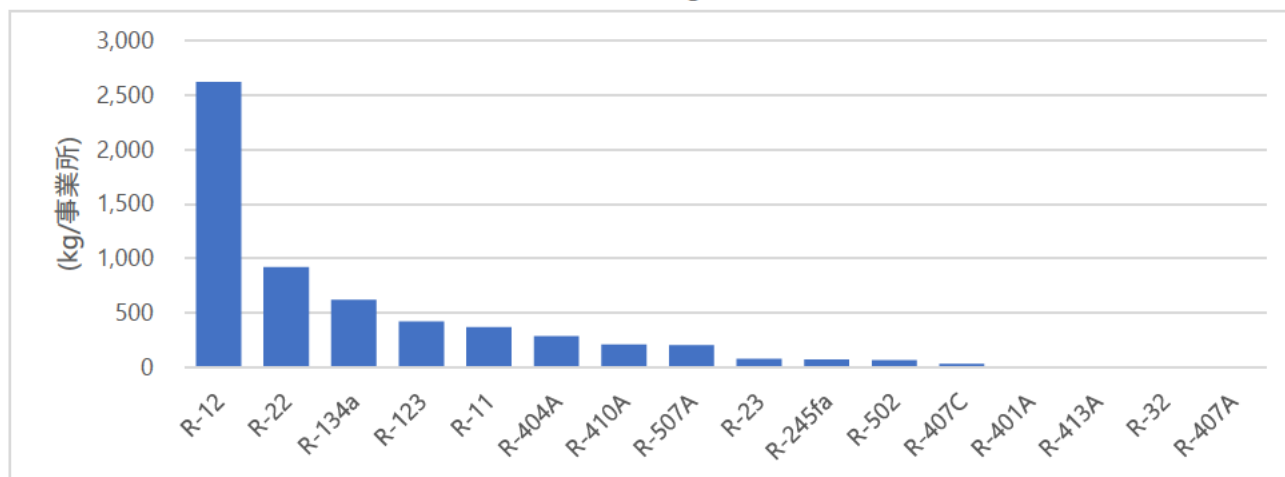
図表 62 特定漏えい者一事業者当たりの物質別排出量 (kg/事業者)



出典 経済産業省データから NRI 作成

特定事業所一事業所当たりの物質別排出量を見ると、R-12 が 2,618kg/事業所となっている。

図表 63 特定事業所一事業者当たりの物質別排出量 (kg/事業所)

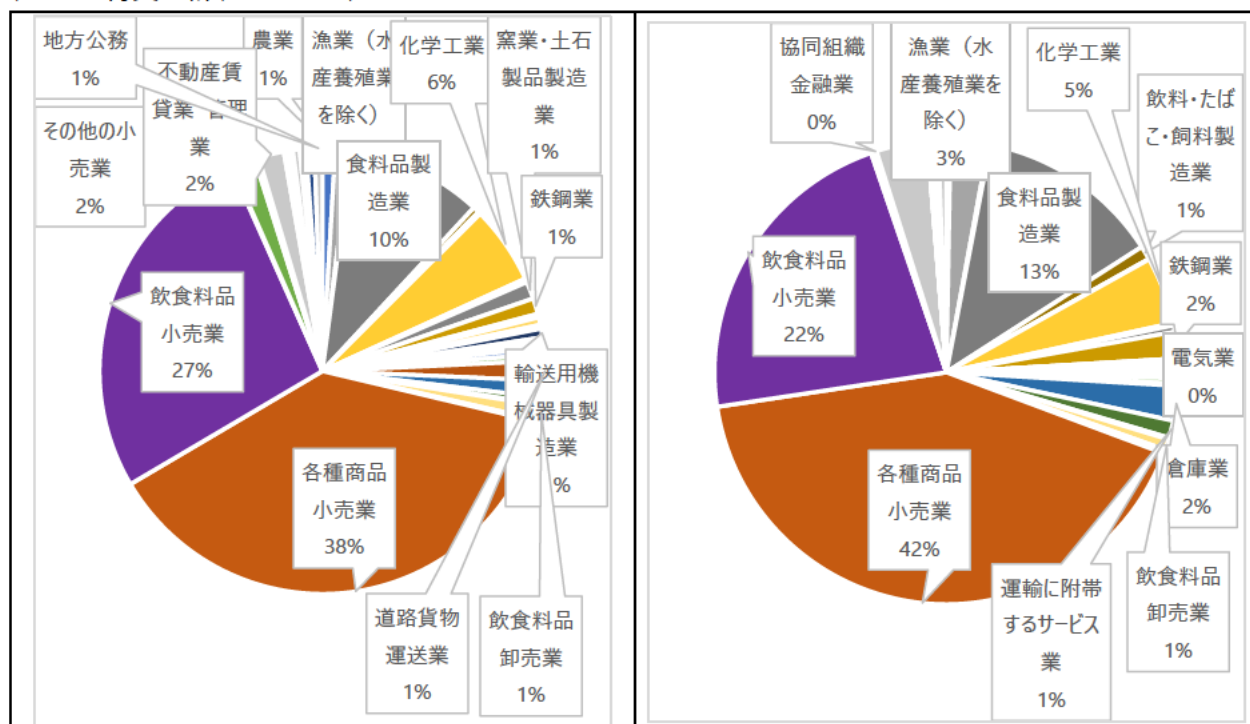


出典 経済産業省データから NRI 作成

特定漏えい者一事業者の業種別排出量を二酸化炭素換算で見ると、各種商品小売業が全体の 38%となっており、飲食料品小売業が 27%、食料品製造業が 10%と食品関連産業が上位を占めている。

最も排出量が多い R-22 で見ると、各種商品小売業が 42%となっており、飲食料品小売業が 22%、食料品製造業が 13%となっている。

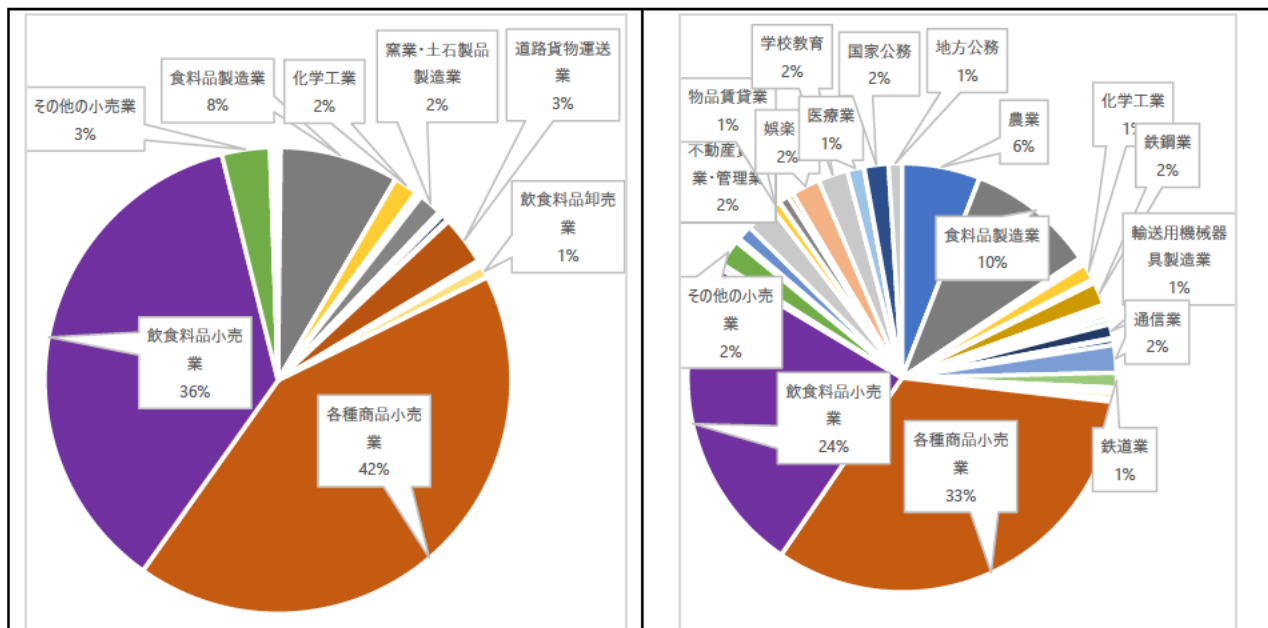
図表 64 特定漏えい者一事業者の業種別排出量（二酸化炭素換算）の割合
(左：全物質合計、右：R-22)



出典 経済産業省データから NRI 作成

高い GWP 値を有する R-404A と R-410A を見ると、共に各種商品小売業と飲食料品小売業からの排出が多くなっている。

図表 65 特定漏えい者一事業者の業種別排出量（二酸化炭素換算）の割合（左：R-404A、右：R-410A）

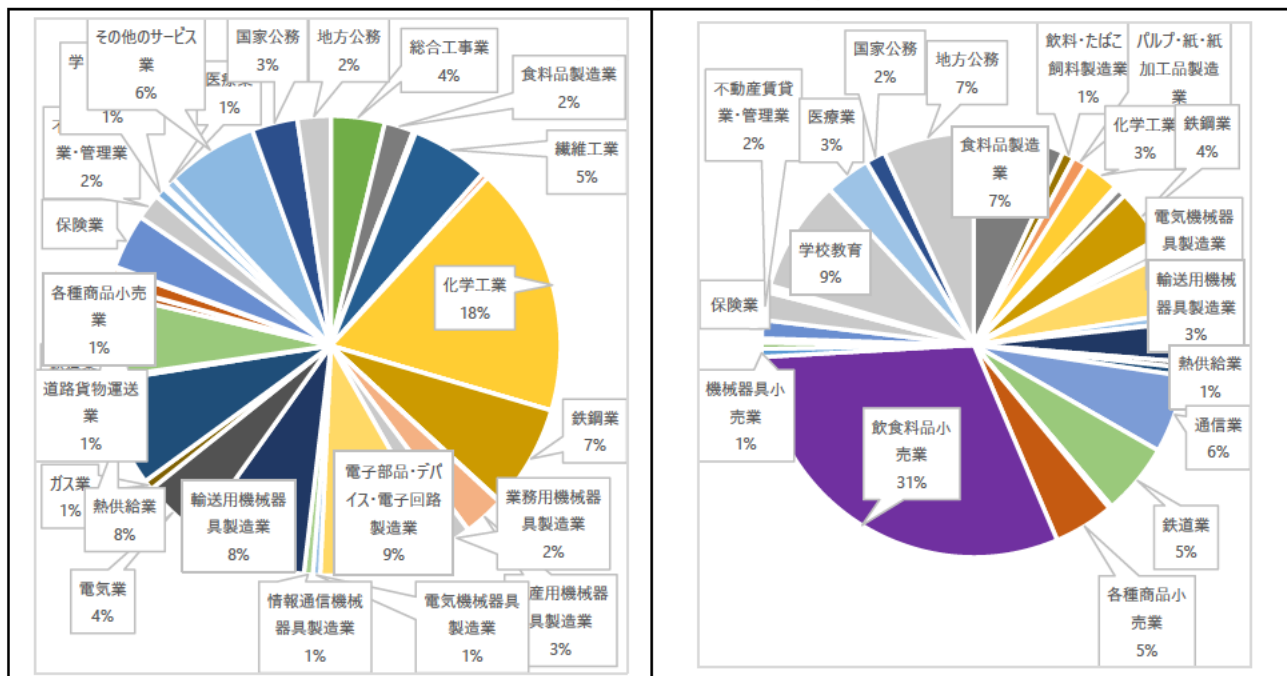


出典 経済産業省データから NRI 作成

R-134a については、化学工業や電子部品・デバイス・電子回路製造業などからの排出が多くなっている。

R-407C については、飲食料品小売業からの排出が多く、その他、学校教育、食料品製造業、地方公務などからも排出されている。

図表 66 特定漏えい者一事業者の業種別排出量（二酸化炭素換算）の割合（左：R-134a、右：R-407C）



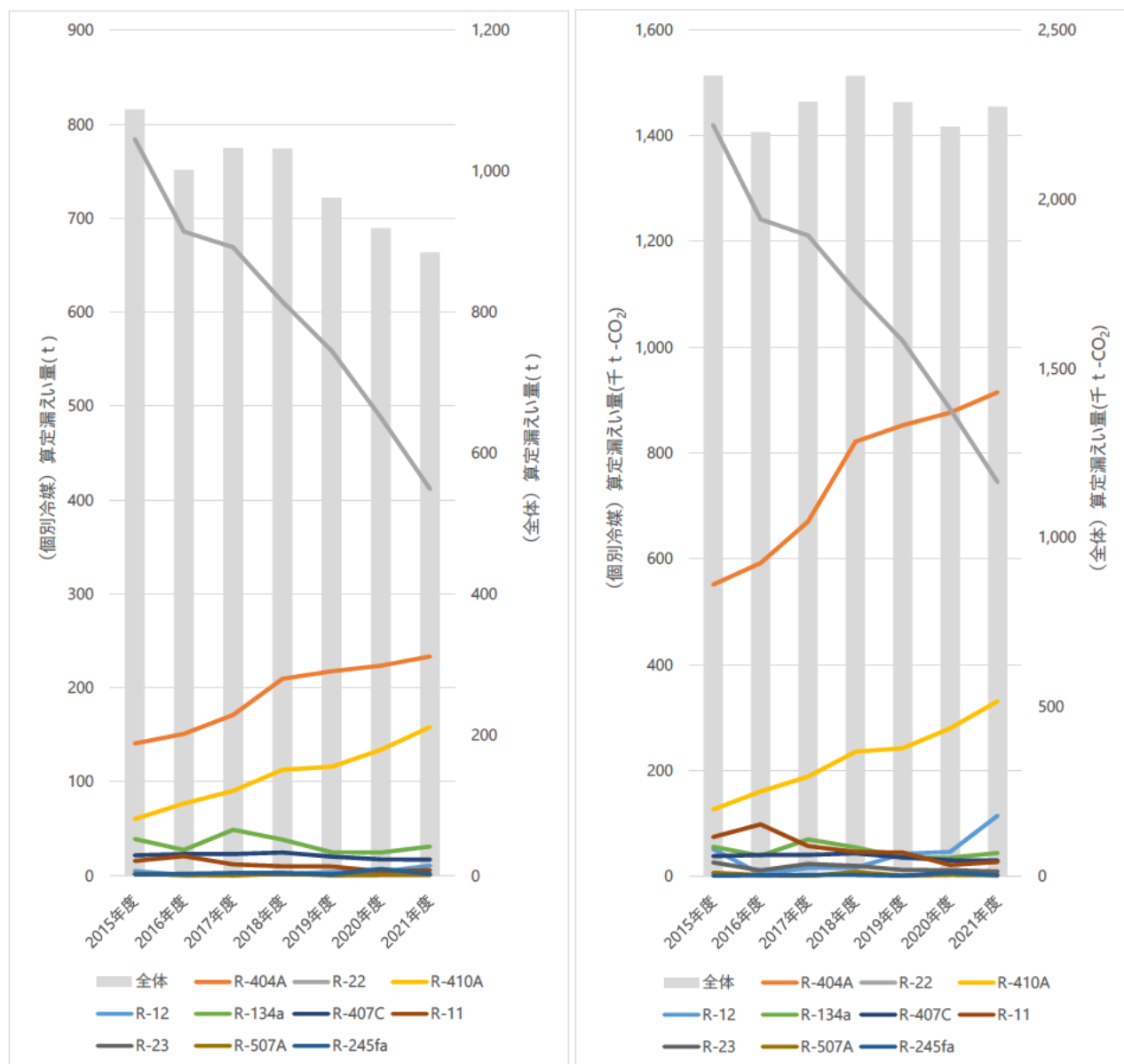
出典 経済産業省データから NRI 作成

3.2. 平成 27 年度分からの傾向分析

算定漏えい量報告の推移を、実トンと二酸化炭素換算トンで整理すると次となる。

R-22（GWP：1810）の減少に伴い実トンの減少が顕著に見えているものの、R-404A（GWP：3920）の排出量の伸びにより、二酸化炭素換算トンでの排出量は実トンほどの減少が見られない。

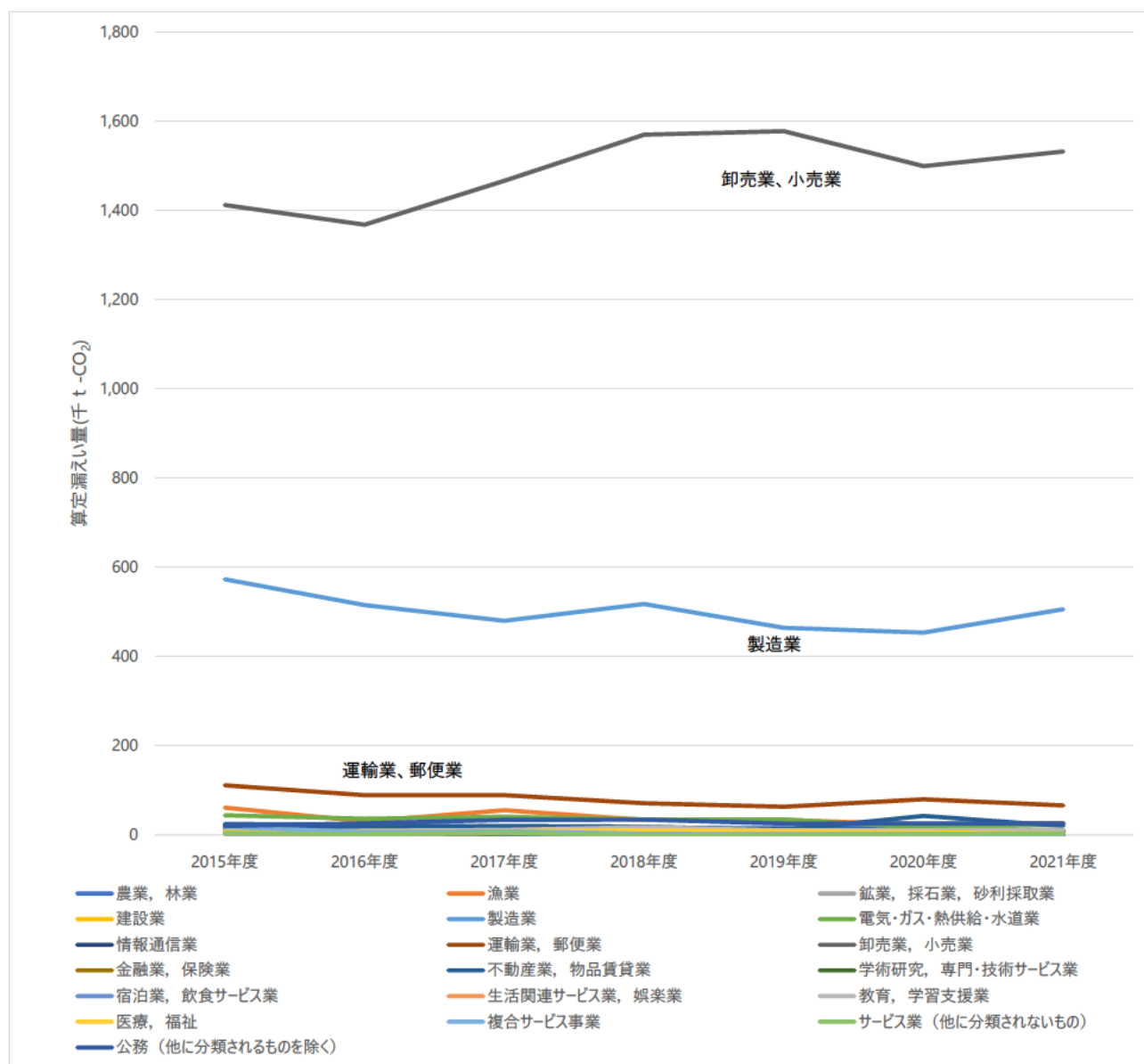
図表 67 ガス別の算定漏えい量報告の推移（左：実トン、右：二酸化炭素換算トン）



出典 経済産業省データから NRI 作成

業種別では、最も排出量が多い「卸売業、小売業」が継続して高い水準を維持しており、次に排出量が多い「製造業」は徐々に減少している。なお、「卸売業、小売業」の全体に占める割合は、2021 年度で 67.4%となっている。

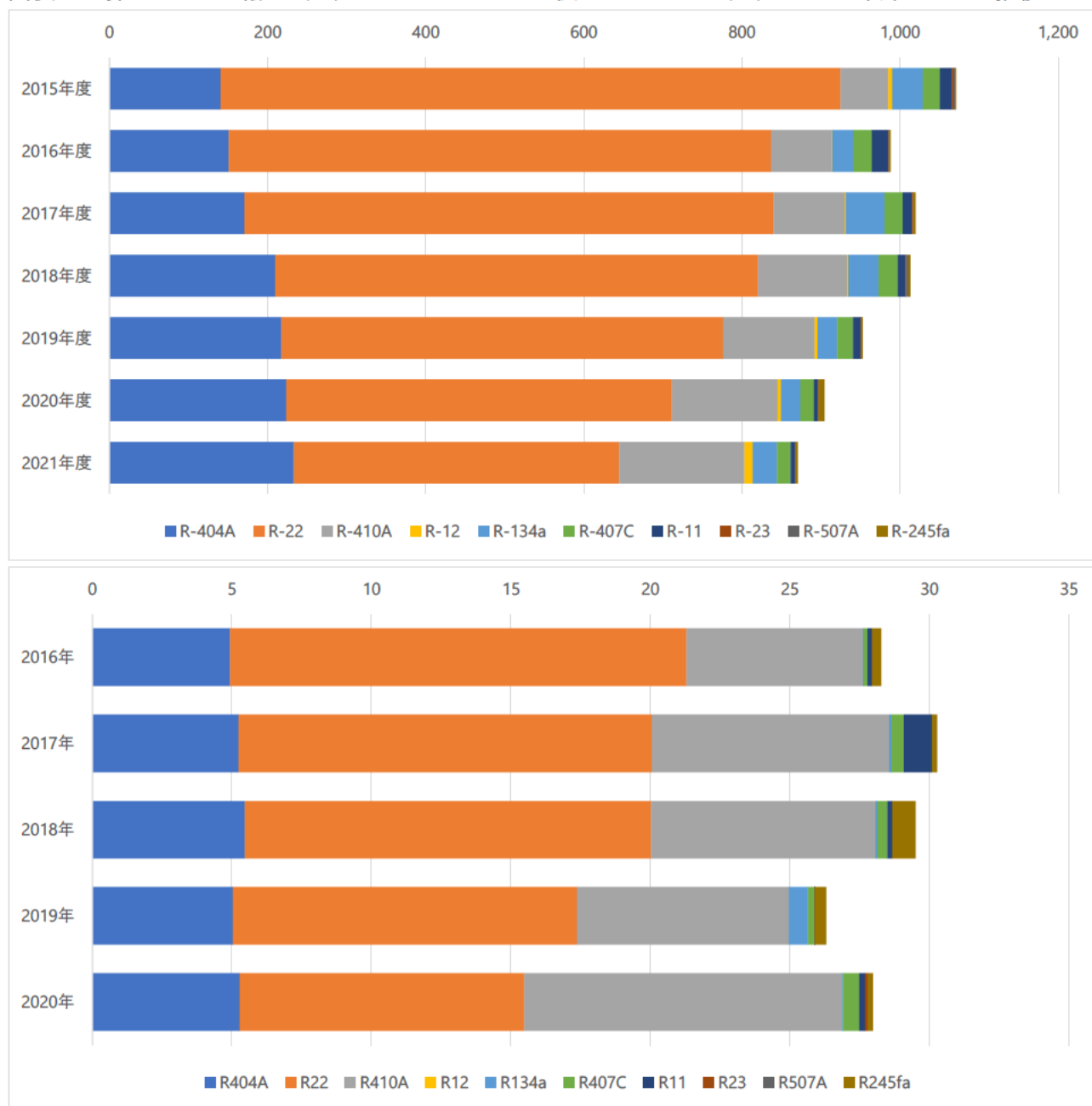
図表 68 業種別の算定漏えい量報告の推移（二酸化炭素換算トン）



出典 経済産業省データから NRI 作成

算定漏えい量報告と、経済産業省から提供を受けたデータにおける冷媒種別の排出量の構成費の推移は次の通り。R-22 の全体に占める割合は、算定漏えい量報告と経済産業省から提供を受けたデータ共に減少傾向にある。

図表 69 算定漏えい量報告（上）と経済産業省から提供を受けたデータ（下）における冷媒構成比の推移



出典 経済産業省データから NRI 作成

4. 漏えい防止技術

4.1. 機器設置時：ろう付け技術の向上に資する技術者の育成・確保

（一社）日本冷凍空調設備工業連合会により、2023 年 10 月 21 日と 22 日の 2 日間、今年度から安全対策を考慮した使用治具の取扱等含め、ろう付け技術の向上に資する技術者の育成・確保に係る講習会が実施された。

講習会は、東京で対面式により開催された。

構成団体別の参加者数は次の通り。

図表 70 構成団体別の参加者数

構成団体名	参加人数	構成団体名	参加人数	構成団体名	参加人数	構成団体名	参加人数	構成団体名	参加人数	構成団体名	参加人数
青森	1	福島	4	東京	4	岐阜	1	島根	3	宮崎	2
岩手	4	栃木	3	神奈川	3	静岡	1	徳島	2	鹿児島	2
宮城	2	群馬	2	富山	2	中部	1	香川	3	沖縄	2
秋田	2	埼玉	1	石川	4	近畿	2	愛媛	3		
山形	1	千葉	2	長野	2	広島	3	西日本	3	合計	65

出典 （一社）日本冷凍空調設備工業連合会

実施された講習会の当日のスケジュールは次の通り。

図表 71 講習会の当日のスケジュール

1. 挨拶 冷媒配管施工技術委員会委員長 岡本 豊 様（岡本冷機工業(株)） 2. 座学 冷媒配管施工技術委員会委員 我妻 博 様（我妻冷温工業(株)） 1）動画による研修 ① 受講者用当日編（約 40 分） ② 講師用準備編（約 30 分） 2）使用治具の安全対策による取扱い ・治具本体の組立て、片付け方法 [昼 食] 3. ディスカッション ・講師研修会事前アンケート結果について ・講師経験で気づいた点、漏えい対策事例紹介等 4. 新技術情報 火無し継ぎ手各社紹介（6 社） 5. まとめ 講習会開催の留意事項等

出典 （一社）日本冷凍空調設備工業連合会

4.2. 新設・既設の機器に対する冷媒漏えい対策の課題

冷媒の漏えいについては、配管接続等における物理的な施工による取組に加え、新設機器のみならず、既存機器も対象とすることができる、遠隔監視に係るサービスの提供が開始されている。

これらのサービスは、空調機の制御データや運転データを送受信する、単体でインターネットに接続することができるネットワーク端末を空調機器の室外機等に設置、送受信されるデータは提供メーカー側で診断され、異常が検知された場合、客先担当に連絡したり、契約によっては、提供メーカーのサービスが現場に赴いたり、といった内容で提供されている。

冷媒漏えいは、冷媒の圧力や温度などを測定し続けることで判定され、モニタリングする情報項目と判定の精度が、各社のノウハウとなっている。判定に当たっては、気象データとリンクされ、機器単体の診断から、当該機器が置かれている環境状態を踏まえることができるサービスが既に提供されているなど、高度化に係る取り組みも進められている。

対応する機器は、提供メーカーにより異なるが、例えば、2006 年以降に販売開始されたビル用マルチエアコンにも対応するサービスもある。

サービスの利用料金については、契約内容により異なるが、データ監視のみであれば、月 500 円/台から 1,000 円/台程度で利用できるものもあり、フロン排出抑制法により義務化された簡易点検等にも対応したサービスとして、当該点検に関わる人件費等と比較検討できるレベルで提供されている。

このようにサービス提供側の取り組みが進む一方で、サービスを受ける管理者側での取り組みが進まない点が、提供メーカー等に対するヒアリング調査により指摘されている。

フロン排出抑制法上の義務が浸透していない点、さらに、財務会計上、サービスの利用料金は費用として明確となるが、サービスを利用した場合の効果、具体的な費用の削減という形で見えづらい点が指摘されている。

例えば、早期発見に伴う冷媒補充量の削減や、大規模修繕が必要な冷媒回路の故障を未然に防げた、などの効果は、サービスを導入していない場合と、導入した場合の比較でしか明らかとすることができない。

提供メーカーでは、冷媒漏えいのみならず、消費電力の削減や、データ分析により不必要なメンテナンスを回避することで、メンテナンス費用の削減を図るなど、様々な効果を伴ったサービスとして提供しているものの、全体として、その効果が費用の削減として見えづらい点は変わらない状況となっている。

物理的な冷媒漏えいに対する取り組みに加え、遠隔監視は、日々の運転状況に関する情報を、冷媒漏えいを防止する取り組みに結び付ける、極めて優れた機能を有していると考えられ、管理者が実感できる、特に財務会計上の効果として示す点が課題として整理される。

課題の解決に向け、まずは、フロン排出抑制法条の義務の浸透を図るための周知が不可欠であり、その義務を果たす取り組みが、結果的に管理者の機器の運転管理費の削減に結び付く点を示すエビデンスの作成と周知が必要になる。

5. 検討会の設置について

本年度の事業の推進に当たっては、調査項目毎に個別、具体的な情報収集が必要なことが確認されたことから、経済産業省との協議に基づき、検討会の設置は行わず、個別の主体からの意見徴収や協議が進められた。

主な個別主体との協議等は以下の通り。

図表 72 主な個別主体との協議等

対象主体	時期/方法	内容
民間企業	2022 年 5 月 19 日 / 対面	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた冷媒別出荷量データ等に関する意見交換
業界団体	2022 年 5 月 19 日 / 対面	・ 高 GWP 冷媒の需給ひっ迫に関するデータに関する意見交換 ・ ろう付け講習会の実施に関する意見交換
民間企業	2022 年 5 月 30 日 / ウェブ会議	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた冷媒別出荷量データ等に関する意見交換
民間企業	2022 年 6 月 1 日 / ウェブ会議	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた冷媒別出荷量データ等に関する意見交換
業界団体	2022 年 6 月 6 日 / ウェブ会議	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた冷媒別消費量データ等に関する意見交換 ・ 業務用冷凍空調機器からの排出係数の変更等に関する意見交換
民間企業	2022 年 6 月 8 日 / ウェブ会議	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた冷媒別出荷量データ等に関する意見交換
民間企業	2022 年 9 月 29 日 / ウェブ会議	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた冷媒別出荷量・消費量データ等に関する意見交換 ・ 業務用冷凍空調機器からの排出係数の変更等に関する意見交換
有識者	2022 年 10 月 26 日 / 対面	・ HFC のマテリアルフロー作成に向けた意見交換 ・ 業務用冷凍空調機器からの排出係数の変更等に関する意見交換
業界団体	2023 年 1 月 30 日 / ウェブ会議	・ 冷媒価格の動向に関する意見交換 ・ ろう付け講習会の実施に関する意見交換
業界団体	2023 年 2 月 6 日 / ウェブ会議	・ 指定製品として目標年度を迎える製品に関する調査の実施方法等に関する意見交換
業界団体	2023 年 2 月 6 日 / ウェブ会議	・ 指定製品制度化に向けた現状のフロン類の使用状況と展望に関する意見交換

この他、経済産業省担当者との進捗確認や作成資料の打ち合わせについては、月 1 回以上の頻度で実施され、関係業界団体や関連企業との意見交換を含め、逐次、電話や e-Mail を活用し、実施された。