

令和3年度環境省委託業務

令和3年度IoT技術を活用したフロン漏えい
検知システムにおける温暖化対策効果の把握
に関する調査委託業務
報告書

令和4年3月

株式会社エックス都市研究所
E S 株 式 会 社

はじめに

代替フロンの排出量については、依然増加傾向を示しており、そのうち約6割が業務用冷凍空調機器の使用時漏えいが占めている。近年、IoT 技術を活用した遠隔監視技術が活用され、早期の漏えい検知につながることを期待されているが、既設の冷凍空調機器の多くにはまだ組み込まれていない。漏えいが検知されずに冷媒の漏えいが進むと、代替フロンの排出が増加することに加え、機器の稼働率低下により過剰な電力消費につながるため、エネルギー起源 CO2 の排出増加にもつながる。また、これらの冷凍空調機器の耐用年数は通常 10 年以上であることから、CO2 の排出も長期に渡ることになる。

このため、本委託業務は、IoT 技術を活用した高精度な漏えい検知システムを導入することによる電力使用量の削減等を評価し、地球温暖化対策効果の把握に関する調査・検討を行うとともに、既設機器への適用における技術的・経済的課題等を抽出することを目的とする。

本報告書は、これらの成果をとりまとめたものである。

令和3年度IoT技術を活用したフロン漏えい検知システムにおける温暖化対策効果
の把握に関する調査委託業務
報告書目次

はじめに

概要版（日本語・英語）

第1章 業務の全体概要	1
1.1 業務の目的	1
1.2 業務の概要	1
1.3 業務の実施体制	2
1.4 業務の全体フロー	3
第2章 IoT技術を活用したフロン漏えい検知システムの実態調査	5
2.1 業界団体の取組みに関する基礎情報の整理	5
2.1.1 調査対象	5
2.1.2 基礎情報の整理結果	6
2.2 各フロン漏えい検知システムの導入条件・コスト・精度等の調査	12
2.2.1 調査対象とするシステムの絞り込み	12
2.2.2 各フロン漏えい検知システムの導入条件・コスト・精度等の情報整理	14
2.2.3 次年度実施想定の評価・検証事業における評価指標項目の絞り込み	21
2.3 既設機器に設置可能なフロン漏えい検知システムの市場調査	24
2.3.1 冷凍空調機器の国内導入量の把握	24
2.3.2 コンデンシングユニットの導入量の推計	25
2.3.3 コンデンシングユニットの市場規模の調査	27
第3章 フロン漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握及び分析手法案の策定及び課題整理	43
3.1 温暖化効果因子の特定	43
3.2 温暖化対策効果分析評価手法案の策定	45
3.2.1 特定の条件下での分析評価手法検討	45
3.2.2 消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフ作成のための実証実験	48
3.2.3 フロン漏えい検知システムの稼働条件の設定	59
3.2.4 統一的な評価手法（素案）の作成	60
3.3 温暖化対策効果分析評価手法素案の汎用性に関する考察	68
3.3.1 代替フロンの漏えい量及び温室効果ガス排出量の試算	68

- 3.3.2 代替フロンの漏えいによる電力使用増加量及び温室効果ガス排出量の試算・ 7 1
- 3.3.3 統一的評価手法（素案）の考察と課題の整理 7 3
- 3.4 技術的・経済的・制度的側面からの既設機器への適用に向けた課題の整理 7 5

第4章 来年度以降の調査やフロン漏えい検知システム普及拡大に向けた調整および方針作成 77

- 4.1 来年度実施想定 of フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画案の作成 7 7
 - 4.1.1 フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画（素案）の作成 7 8
 - 4.1.2 検知器メーカーヒアリングと想定ユーザーヒアリング 7 9
 - 4.1.3 フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画案の作成 8 0
- 4.2 来年度事業の対象候補となる事業者の需要調査 8 2
- 4.3 来年度実施想定 of 検証事業を補完する調査計画案の立案及び来年度想定事業の工程表の作成 9 6
 - 4.3.1 本年度調査から得られた考慮すべき課題の整理 9 6
 - 4.3.2 来年度の調査方針 9 7
 - 4.3.3 来年度の調査計画（案） 9 7

概要（サマリー）

令和3年度 IoT技術を活用したフロン漏えい検知システムにおける 温暖化対策効果の把握に関する調査委託業務 報告書

1. 業務の目的

代替フロンの排出量は、依然増加傾向を示しており、そのうち約6割が業務用冷凍空調機器の使用時漏えいが占めている。近年、IoT技術を活用した遠隔監視技術が活用され、早期の漏えい検知につながることを期待されているが、耐用年数が長い既存の冷凍空調機器の多くにはまだ組み込まれていない。冷媒漏えいが検知されずに漏えいが進むと、代替フロンの排出が増加することに加え、機器の稼働率低下により過剰な電力消費につながるため、エネルギー起源CO₂の排出増加につながるものである。

このため、IoT技術を活用した高精度な漏えい検知システムを導入することによる電力使用量の削減等を評価し、地球温暖化対策効果の把握に関する調査・検討を行うとともに、既存機器への適用における技術的・経済的課題等を抽出することを本業務の目的とする。

2. 業務実施フロー

業務実施フローを図-1に示す。

※図中の番号は本報告書の章番号とは異なる

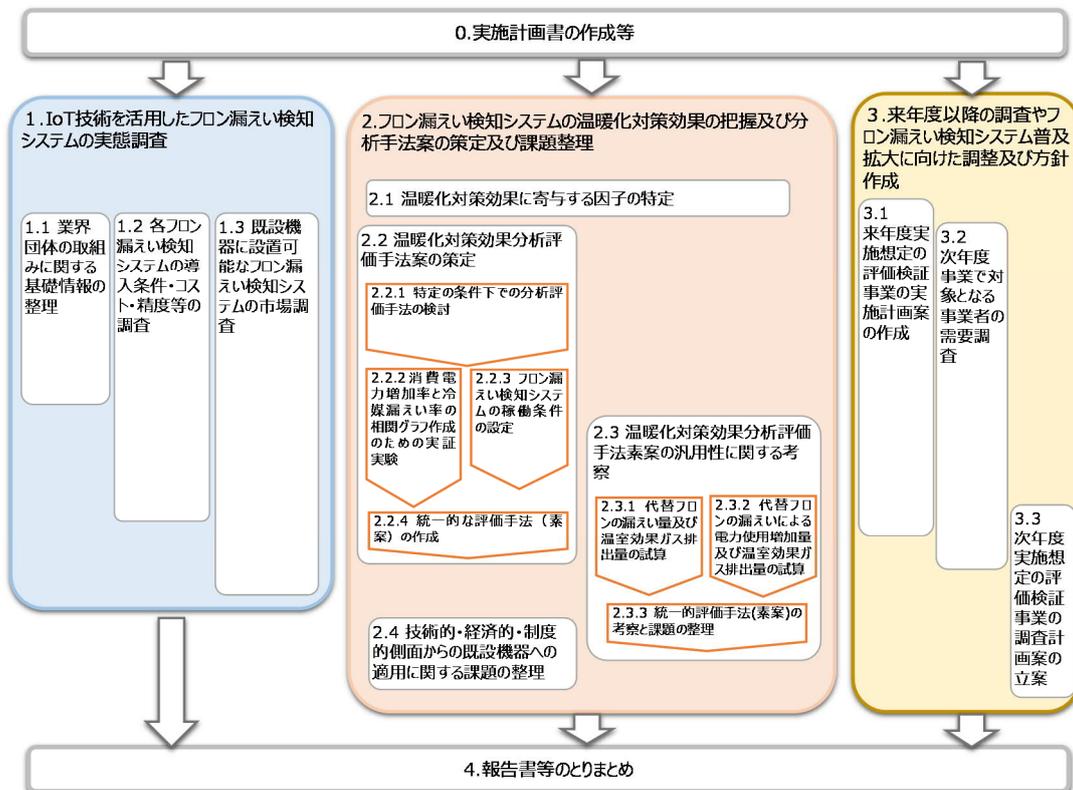


図-1 業務実施フロー

3. 業務の概要

3.1 IoT 技術を活用したフロン漏えい検知システムの実態調査

現在、複数メーカーが開発・販売している IoT 技術を活用したフロン漏えい検知システムについて実態調査を行った。

具体的には、業界団体の取組みに関する基礎情報を整理するとともに、各フロン漏えい検知システムの導入条件・コスト・精度等を調査し、フロン漏えい検知システム製造者に対してヒアリングを実施し、各社の検知システムをカルテ形式で整理した。また、次年度実証試験の対象となる機器種別を特定するため、フロン漏えい検知システムの設置効果が高い使用形態の検討や、電力使用量削減ポテンシャル推計のための基礎情報の収集を目的として、既設機器に設置可能なフロン漏えい検知システムの市場調査を実施した。

3.2 フロン漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握及び分析手法案の策定及び課題整理

フロン漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握及び分析手法案の策定及び課題整理を行った。

具体的には、上記 3.1 を踏まえ、まずは、温暖化対策効果に寄与し得る因子の特定を行った。次に、特定の条件下での分析評価手法検討として、小売業における別置型ショーケース付帯の冷凍機をモデルケースとして、フロン漏えい検知システムを導入した場合の温暖化対策効果削減量の評価手法の検討を行った。その際、実験室におけるフロン抜き取りによる実証実験を実施し、その結果を基に、フロン漏えい率と電力使用増加量と相関関係について評価を行った。それらを踏まえ、精度向上に向けた課題の整理を行い、統一的な評価手法の試算を行うとともに、技術的・経済的・制度的側面からの既設機器への適用に関する課題整理を行った。

3.3 来年度以降の調査やフロン漏えい検知システム普及拡大に向けた調整および方針作成

上記 3.1 および 3.2 の調査も踏まえ、来年度以降の調査やフロン漏えい検知システム普及拡大に向けた調整および方針作成を行った。

具体的には、来年度実施する評価検証事業の対象とする市場や実証内容について検討を行い、対象となる可能性のある検知器メーカーやユーザーにヒアリングを実施した上で、評価検証事業の実施計画案を策定した。また、対象となる冷凍機器を多く有している 4 団体に対して、普及啓発を兼ねた市場ニーズ発掘アンケート調査を実施し、その結果をとりまとめた。最後に、ここまでで取りまとめた課題を整理するとともに、課題を踏まえた方針の検討を行い、それらを踏まえ、来年度想定される調査計画案全体の立案及び工程表の作成を行った。

Summary

Entrusted Investigation Work Concerning Understanding of the Global Warming Mitigation Effect of the Fluorocarbon Leakage Detection System Using IoT Technology (FY 2021)

1. Purpose of the Investigation

The HFC emission volume still shows an increasing trend and leakage during the operation of commercial refrigeration and air-conditioning equipment accounts for some 60% of such emission. Although it has been hoped that the active use of remote monitoring technology utilizing IoT technology will lead to the early detection of such leakage in recent years, this technology has not been integrated to much existing refrigeration and air-condition equipment which has a long service life. The progression of coolant leakage without being detected not only increases the HFC emission volume but also causes the excessive consumption of power due to a declining equipment operation rate, resulting in increased CO₂ emission originating from energy use.

The purpose of this investigation is the evaluation of any reduction of power consumption through the introduction of a highly accurate leakage detection system using IoT technology along with (i) examination to understand the global warming mitigation effect of such a system and (ii) extraction of technical and economic issues, etc. relating to the application of such a system to existing equipment.

2. Flow of the Investigation

The flow of the investigation is shown in Fig.-1.

※ The numbers in Fig-1 are different from the chapter numbers in this Summary.

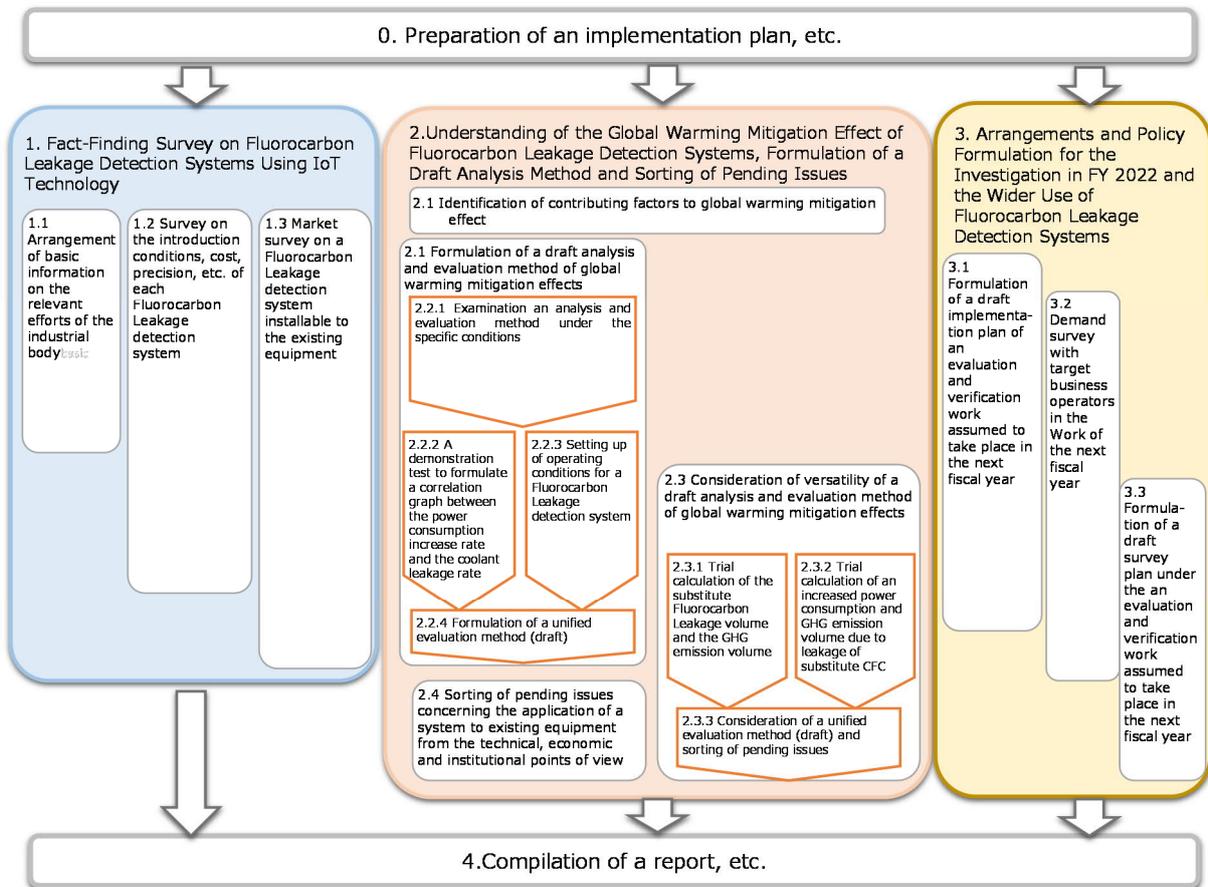


Fig-1 Flow of the Investigation

3. Outline of the Investigation

3.1 Fact-Finding Survey on Fluorocarbon Leakage Detection Systems Using IoT Technology

A fact-finding survey was conducted on fluorocarbon leakage detection systems using IoT technology which are developed and marketed by several manufacturers.

To be more precise, the introduction conditions, cost, accuracy, etc. of each fluorocarbon leakage detection system were examined in addition to sorting out basic information on the relevant efforts of the industrial body. Moreover, an interview survey was conducted with each manufacturer and the detection system of each manufacturer was examined using a format similar to a medical chart. Furthermore, a market survey was conducted on fluorocarbon leakage detection systems which can be installed to existing equipment to identify the types of equipment to be targeted in the demonstration test scheduled for the next fiscal year. This survey featured (i) examination of the types of usage where the installation of a fluorocarbon leakage detection system is very effective and (ii) the collection of basic data for estimation of the power usage reduction potential.

3.2 Understanding of the Global Warming Mitigation Effect of Fluorocarbon Leakage Detection Systems, Formulation of a Draft Analysis Method and Sorting of Pending Issues

In the course of the investigation, work was conducted to understand the global warming mitigation effect of fluorocarbon leakage detection systems, to formulate a draft analysis method and to sort out pending issues.

To be more precise, factors contributing to the global warming mitigation effect were identified based on the work in 3.1 above. This was followed by the examination of an evaluation method for the global warming mitigation effect through the introduction of a fluorocarbon leakage detection system using a refrigerator with a separate showcase for a retail business as a model case. As part of this examination, a demonstration test was conducted in a laboratory where fluorocarbon was drawn out. The test results were then used to evaluate the correlation between the fluorocarbon leakage rate and increased power consumption. Based on the results of a series of work, pending issues to improve the accuracy of leakage detection were sorted out and a unified evaluation method was investigated through various trial calculations. At the same time, pending issues concerning the application of a system to existing equipment were clarified from the technical, economic and institutional points of view.

3.3 Arrangements and Policy Formulation for the Investigation in FY 2022 and the Wider Use of Fluorocarbon Leakage Detection Systems

Arrangements and policy formulation were conducted for the investigation in FY 2022 onwards and the wider use of fluorocarbon leakage detection systems, taking the results of the survey, etc. described in 3.1 and 3.2 above into consideration.

To be more precise, the work conducted includes the examination of target markets as well as the contents of the evaluation and demonstration work to be conducted in FY 2022, an interview survey with manufacturers and users of detection systems who could be targeted for the demonstration work and the preparation of an implementation plan for the evaluation and demonstration work. A questionnaire survey to clarify the market needs as well as to educate on detrimental fluorocarbon leakage was conducted with four industrial bodies of which the members possess a large number of target refrigeration equipment. The results of this questionnaire survey were compiled. Finally, all pending issues identified so far were sorted out and desirable policies and measures based on these pending issues were examined, leading to planning of the entire work under the investigation assumed to be conducted in FY 2022 and the preparation of a work schedule.

第1章 業務の全体概要

本章では、業務の目的と調査内容、調査体制及び調査フロー等を概説する。

1.1 業務の目的

代替フロンの排出量は、依然増加傾向を示しており、そのうち約6割が業務用冷凍空調機器の使用時漏えいが占めている。近年、IoT技術を活用した遠隔監視技術が活用され、早期の漏えい検知につながることを期待されているが、耐用年数が長い既存の冷凍空調機器の多くにはまだ組み込まれていない。冷媒漏えいが検知されずに漏えいが進むと、代替フロンの排出が増加することに加え、機器の稼働率低下により過剰な電力消費につながるため、エネルギー起源CO2の排出増加につながるものである。

このため、IoT技術を活用した高精度な漏えい検知システムを導入することによる電力使用量の削減等を評価し、地球温暖化対策効果の把握に関する調査・検討を行うとともに、既存機器への適用における技術的・経済的課題等を抽出することを本業務の目的とする。

1.2 業務の概要

本業務は大きくは表1.2-1に示す3項目に区分される。1)では、IoT技術を活用したフロンの漏えい検知システムについて実態調査を行った。2)では、フロンの漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握、分析手法案の策定及び課題整理を行った。3)では、調査方針(案)の作成及び市場ニーズ発掘等を実施した。

表 1.2-1 業務の全体概要

区分	実施内容
1) IoT技術を活用したフロンの漏えい検知システムの実態調査	業界団体の取組みに関する基礎情報の整理、複数メーカーが開発・販売しているIoT技術を活用したフロンの漏えい検知システムについての実態調査とその情報の整理、既設冷凍機器に設置可能なフロンの漏えい検知システムの市場調査を実施した。
2) フロンの漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握及び分析手法案の策定及び課題整理	1)を踏まえ、温暖化対策効果に寄与し得る因子の特定、フロンの漏えい検知システムの温暖化対策効果の統一的な評価手法の素案をまとめた。また、技術的・経済的・制度的側面からの既設機器への適用に関する課題整理を行った。
3) 来年度以降の調査やフロンの漏えい検知システム普及拡大に向けた調整および方針作成	1)および2)の調査を踏まえて、来年度以降の調査やフロンの漏えい検知システム普及拡大のための市場ニーズ発掘、来年度想定される調査計画案全体の立案及び工程表の作成を行った。

1.3 業務の実施体制

本業務は令和3年度環境省委託事業として、株式会社エックス都市研究所、ES(株)の2社共同体制によって実施した。また、消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフ作成のための実証実験の実施を(株)ナンバに再委託した。実施体制図を図1.3-1に示す。

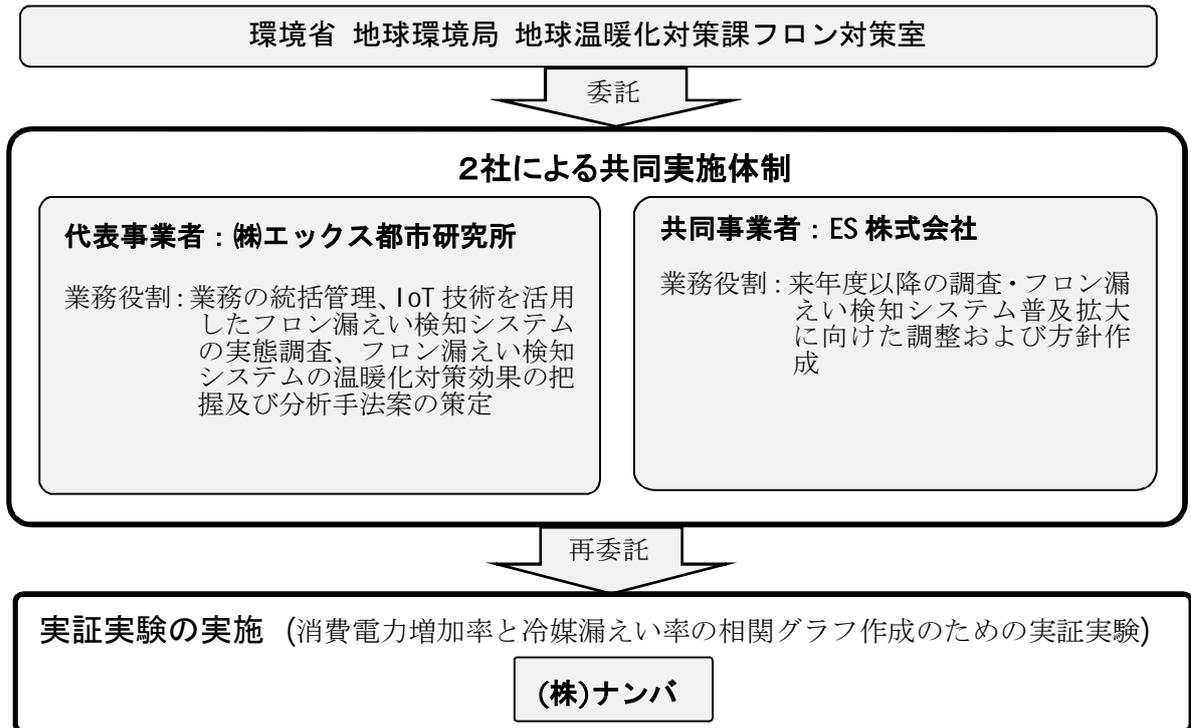


図 1.3-1 実施体制図

1.4 業務の全体フロー

本業務の全体フローを図 1.4-1 に示す。

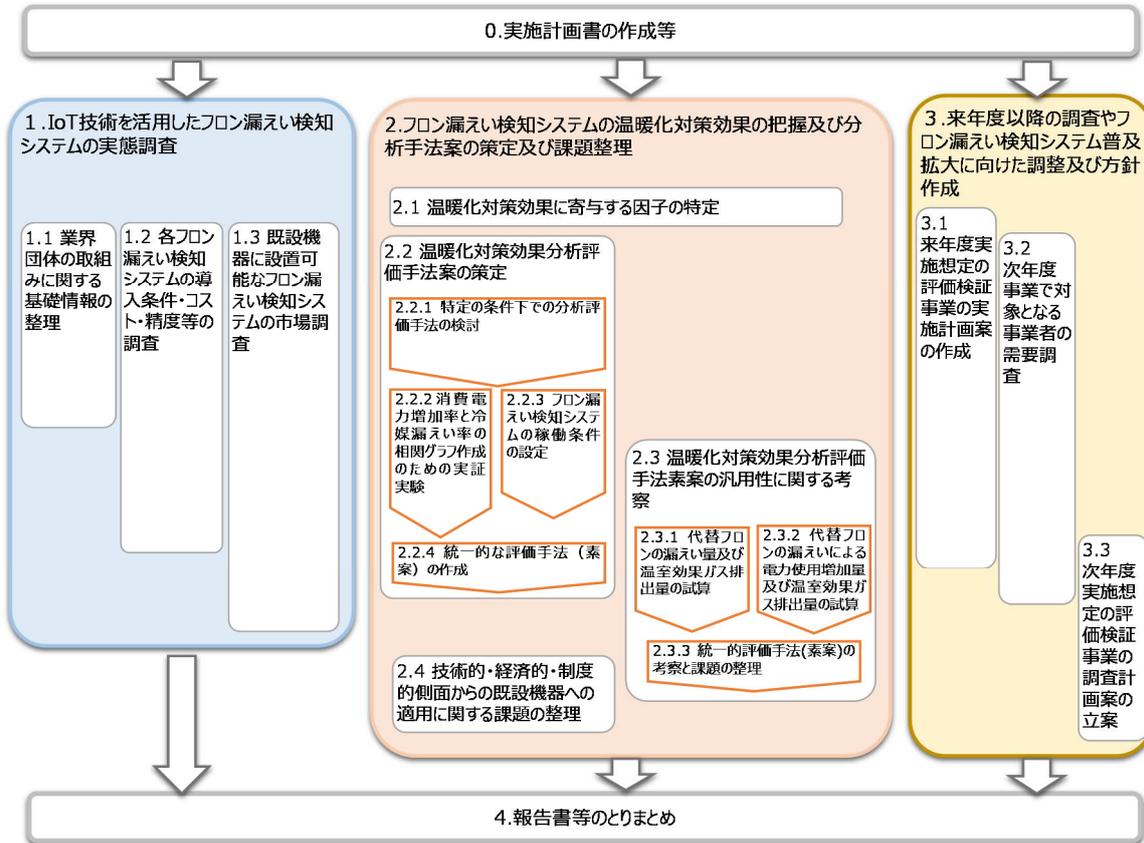


図 1.4-1 本業務の全体フロー

第2章 IoT 技術を活用したフロン漏えい検知システムの実態調査

本章では、現在、複数のメーカーが開発・販売している IoT 技術を活用したフロン漏えい検知システム（以下、「フロン漏えい検知システム」とする。）について実態調査を行った。

2.1 業界団体の取組みに関する基礎情報の整理

2.1.1 調査対象

一般社団法人日本冷凍空調工業会（以下、「日冷工」と称する。）や一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会（以下、「日設連」と称する。）では、業務用冷凍空調機器の使用時フロン漏えいに係る調査やガイドライン・書籍等を発行している（表 2.1-1）。

表 2.1-1 業界団体によるフロン類漏えいに係る既存調査・文献等

No.	調査/文献/書類等の名称	実施者/発行者	発行時期	概要
1	冷凍機における冷媒漏えいの性能特性への影響評価および冷媒漏えい量と消費電力増加の対比曲線構築と考察	日冷工 (委託元(国法)NEDO、三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株))	平成 30 年度	<ul style="list-style-type: none"> ・冷凍冷蔵装置システムサンプルにより冷媒漏えいによる消費電力の増加量を推定。結果、消費電力は相当量上昇。 ・継続的な冷凍設備の点検・監視が重要と結論付け。
2	JRA GL-17 業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン	日冷工	2021 年制定	<ul style="list-style-type: none"> ・フロン排出抑制法に定められた簡易点検の一類型とする常時監視システムを定義。 ・点検の頻度や検知精度の妥当性検証等について整理。
3	JRC GL-01 業務用冷凍空調機器フルオロカーボン漏えい点検・修理ガイド	日設連	2010 年発行 2021 年改定	<ul style="list-style-type: none"> ・フロン類を冷媒とする業務用冷凍空調機器の使用時漏えいを削減するための漏えい点検および修理時の要求事項を規定。
4	業務用冷凍空調機器漏えい点検記録簿	日設連	2021 年	<ul style="list-style-type: none"> ・上記ガイドラインに沿った点検を行うための代表的な点検記録簿の様式を例示し、電子データにより点検記録簿を作成する手順を整理。
5	業務用冷凍空調機器ユーザーによる簡易点検の手引き（冷凍冷蔵ショーケース業務用冷凍冷蔵庫編）	日設連 (委託元 経済産業省)	2014 年発行	<ul style="list-style-type: none"> ・機器ユーザーによる日常的に実施する「漏えい防止」のための「簡易点検の方法」やポイントを整理。

2.1.2 基礎情報の整理結果

(1) 文献 No. 1：冷凍機における冷媒漏えいの性能特性への影響評価および冷媒漏えい量と消費電力増加の対比曲線構築と考察（日冷工）

日冷工は、平成 30 年度に冷凍機の冷媒漏えいによる性能影響を観察するため、冷凍機に封入した冷媒を一定量ずつ減少させ、冷凍装置の性能特性を評価している。試験の結果、冷媒量の減少に伴い冷凍能力の低下を確認している。また、冷凍能力の低下により、冷凍負荷への対応のため運転時間が拡大し、それに伴い消費電力が増大する結論を得ている。メーカー指定の初期冷媒量である 5 kg では規定の冷凍能力を発揮するが、冷媒量を規定の 30% 減となる 3.5 kg まで減少させた結果、消費電力量は初期冷媒量時の約 160% の消費電力を必要とする結果が得られている。

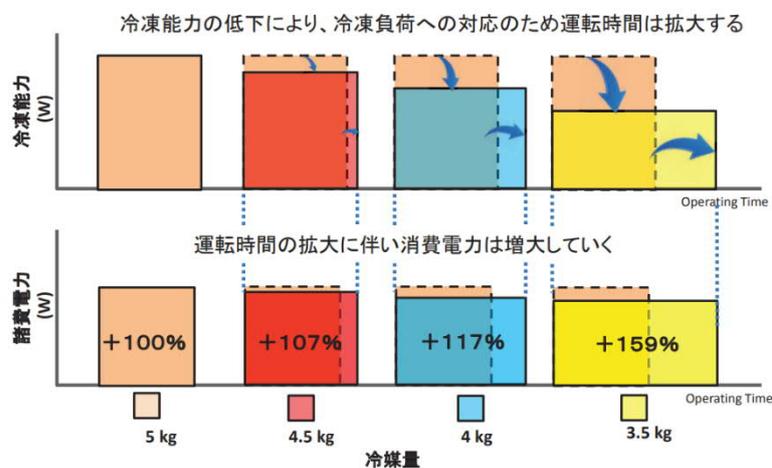


図 2.1-1 COP 低下に伴う冷凍能力と消費電力への影響

出典：一般社団法人 日本冷凍空調工業会, 冷凍機における冷媒漏えいの性能特性への影響評価および冷媒漏えい量と消費電力増加の対比曲線構築と考察, H30

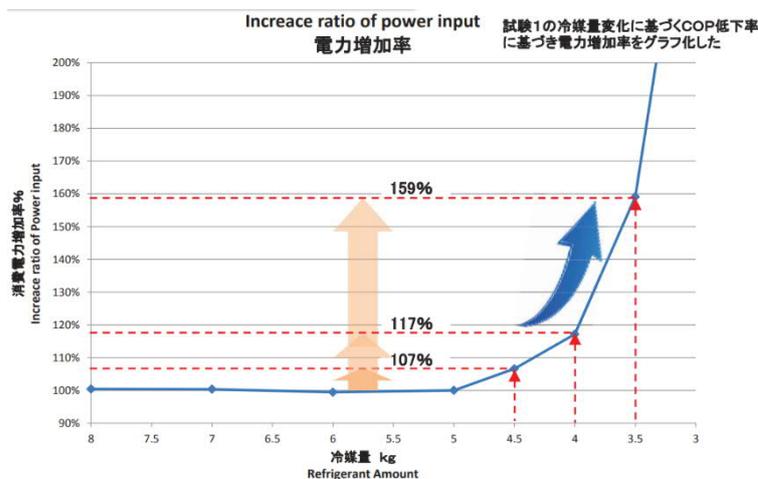


図 2.1-2 冷媒漏えい量と省電力増加の相関線

出典：図 2.1-1 と同じ

(2) 文献 No. 2 : JRA GL-17 業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン (日冷工)

日冷工は、令和3年に業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドラインを公表している。本ガイドラインは、フロン排出抑制法に定められた簡易点検の一類型とする常時監視システムを定義することを目的としており、計測項目(表 2.1-2)や診断項目(表 2.1-3)を整理している。診断項目では、業務用冷凍空調機器の種類に応じ特徴的な項目を選択し、冷媒系統ごとに冷媒漏えい、または冷媒漏えいの疑いを診断している。検知性能判定試験では、漏えい検知システムに使用する計測データ及び診断に使用する診断ロジックを使用して判定することを求めている。また、合格基準は冷媒量が基準よりも30%減少するまでに、冷媒漏えいの判定が可能でなければならないとしている。

表 2.1-2 計測項目一覧

番号	状態値
1	吸入圧力又は蒸発飽和温度
2	吐出圧力又は凝縮飽和温度
3	吸入ガス冷媒温度
4	吐出ガス冷媒温度
5	蒸発器入口冷媒温度
6	蒸発器出口冷媒温度
7	凝縮器出口冷媒温度
8	負荷側の吸込空気温度
9	負荷側の吹出空気温度
10	熱源側又は負荷側冷温水入口温度 (水又はブライン)
11	熱源側又は負荷側冷温水出口温度 (水又はブライン)
12	受液器 (レシーバの) 液面高さ

表 2.1-3 診断項目一覧

番号	診断項目
1	吸入圧力が正常値 a) より低い又は変化している
2	吐出圧力が正常値 a) より低い又は変化している
3	吸入過熱度が正常値 a) より大きい又は変化している
4	吐出ガス冷媒温度が正常値 a) より高い又は変化している
5	過冷却度が正常値 a) より小さい又は変化している
6	吸込空気温度と吹出空気温度との温度差又は冷水入口温度と冷水出口温度との温度差が、正常値 a) より小さい又は変化している
7	受液器 (レシーバ) の液面高さが正常値 a) より低い又は変化している
注 a) 製造業者が定める安定運転状態での各状態量の範囲のこと。	

(3) 文献 No. 3 : JRC GL-01 業務用冷凍空調機器フルオロカーボン漏えい点検・修理ガイド (日設連)

日設連は、2010年に業務用冷凍空調機器フルオロカーボン漏えい点検・修理ガイドラインを公表している。本ガイドラインは、冷凍空調設備工事関連の設計、施工、整備(保守サービス)の合理的な標準化を通して、品質の改善、施工の合理化、工事の健全な取引を図り、併せて公共の福祉の増進に寄与することを目的として制定され、その後5回の改定がなされ、最新版は2021年5月20日公表のものとなっている。

このガイドラインの定期点検に関わる要求事項の中に、「自動漏えい検知装置の設置」に関する記述があり、『冷媒量及び現地接続箇所の多い機器は、自動漏えい検知装置を導入することが望まれる。基準の策定に努めるとともに、その時点で適用可能な技術を反映した自動漏えい検知装置の導入が望ましい。』と示されている。

また、具体的な定期漏えい点検の実施方法の手順が示されており、間接法(運転診断)における判断のポイント(表2.1-4)や直接法による漏えい点検の代表的な方法(表2.1-5)が整理されている。

表 2.1-4 間接法(運転診断)による漏えい点検の判断ポイント

番号	判断のポイント	点検項目
1	高圧圧力、低圧圧力が低すぎないか。	低圧圧力(蒸発圧力)(MPa) 高圧圧力(凝縮圧力)(MPa)
2	吐出温度が高すぎないか。	吐出ガス温度(°C)
3	圧縮機駆動用電動機の電圧・電流が低すぎないか。	周波数(Hz) ※インバータ機器の場合、運転状態が安定しているか 電圧(V) 電流(A)
4	過熱度が大きすぎないか。	過熱度(K)
5	過冷却度は適正か。	過冷却度(K)
6	圧縮機が過熱していないか。	圧縮機の過熱(°C)
7	空気(吸込みと吹出し)温度差、水(入口と出口)温度差が正常値と比較して小さくないか。	吸込/吐出空気温度差(K) 入口/出口冷水温度差(K)
8	機器内の配管が異常に振動していないか。	機器内の配管の振動
9	冷媒液配管に液ハンマによる異常音が発生していないか。	
10	安定運転後、液管のサイトグラスが泡立っていないか。	液冷媒の流れ状態(サイトグラス)
11	抽気回数・冷媒液面(低圧冷媒使用のターボ冷凍機) ※ 運転中に蒸発器は大気圧以下、凝縮器が大気圧以上となる。低圧部は負圧および断熱工事施工済みのため、直接法では判定できない。	抽気回数(低圧冷媒ターボ冷凍機) 冷媒液面(低圧冷媒ターボ冷凍機)
12	その他(機器メーカーの定める判断基準がある場合)	—
(補足) ・稼働中の状態値(1~11)、運転日誌等から総合的に漏れの有無を診断する。 ・漏れがあると想定された場合、直接法により漏えい箇所を特定する。 ・特別な冷媒制御によって、漏えい検知が困難な機器については、今後、メーカーから漏えい検知を容易に判定するための機器特有の情報を開示することが望ましい。 ・また、インバータ機器の場合、運転状態が安定した状態で点検を行う。		

表 2.1-5 直接法による漏えい点検方法

方法	特徴	遵守事項他
電子式漏えいガス検知装置法	<ul style="list-style-type: none"> 稼働中の機器の微細な漏えいを検知できる。 隠蔽部分についても、大まかな漏えい点検は可能である。 検知器がフロンの種類に適していること。 検知器の定期的な保守管理が必要 大気中のガス成分の影響をうけ易い。 	<ul style="list-style-type: none"> 汎用ハンディ形の漏えい検知感度：5g/年以上を推奨 定期的にリファレンスリークで感度を確認する。 校正 1 回/年以上
発泡液法	<ul style="list-style-type: none"> ピンポイントの漏えいを検知できる。 肉眼での観察（必要により虫眼鏡や手鏡の使用）なので、隠蔽部分の検査はできない。 漏えい検知確度は検査員の技量、発泡液の選定に左右される。 	<ul style="list-style-type: none"> JIS Z 2329「発泡漏れ試験方法」を推奨する。 加圧する場合は窒素を使用する。 発泡液塗布後、10 秒以上状態を観察し、漏れの有無を確認する。 漏えい検知感度（参考値） 専用液：120g/年以上 石鹼液：約 500g/年程度
蛍光剤法	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油中に注入した蛍光剤が冷媒と共に配管を循環することにより、漏えいを蛍光ランプで検知する。 簡便な検知ツール 一体形オイルセパレータを付属している場合は、蛍光剤を分離するので、オイルセパレータの吐出側と圧縮機吸入側の間は漏れ検知できない場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 機器製造元の使用承諾が必要となる。 油中に蛍光剤を混入させるので、圧縮機が品質保証外となることがある。 注入後検知まで一定の時間を要する。 検知感度（参考値） 20～100g/年
トレースガス法 He, H2 等による漏えい検知方式	加圧法（スニファ法）	<ul style="list-style-type: none"> トレースガス専用の検知器が必要。 トレースガスを N2 に混合したものを機器に加圧注入し、検知器で点検する。 機器全体をビニール等で包みトレースガスを機器外部より吹きかけると漏えい有無を検知できる。 部分的にトレースガスを吹付けることにより、漏えい箇所を見つけることができる。
	真空法（吹付け法）	

註：上記いずれかの方法、または併用して行う。

(4) 文献 No. 4 : 業務用冷凍空調機器漏えい点検記録簿 (日設連)

日設連は、文献 No. 3に記載のガイドラインに沿った漏えい点検を支援するため、「業務用冷凍空調機器漏えい点検記録簿」を Excel ファイル形式で提供している。この点検記録簿では、機器ごとに簡易点検のチェックシートが分けられ、確認項目が整理されている (表 2.1-6)。

表 2.1-6 間接法 (運転診断) による漏えい点検の判断ポイント

	番号	点検項目
ショーケース	1	ショーケース温度の記録 (°C)
	2	ショーケース内部の熱交換器の霜付きの有無
	3	ショーケース内部の熱交換器や配管の油のにじみの有無
	4	ショーケース周辺の油のにじみの有無
	5	ショーケース異常振動・異常運転音の有無
	6	異常振動・異常運転音の有無 (室外機)
	7	周辺の油のにじみの有無 (室外機)
	8	腐食の有無、熱交換器の腐食、錆キズなどの有無 (室外機)
業務用 冷蔵冷凍庫	1	温度の記録 冷蔵適正温度範囲 (○~△°C) (冷蔵庫)
	2	温度の記録 冷凍適正温度範囲 (-◇~-□°C) (冷凍庫)
	3	内部の熱交換器や配管の油のにじみの有無 (冷蔵庫/冷凍庫)
	4	周辺の油のにじみの有無 (冷蔵庫/冷凍庫/室外機)
	5	異常振動・異常運転音の有無 (冷蔵庫/冷凍庫/室外機)
	6	熱交換器の腐食、錆びキズなどの有無 (室外機)
冷凍冷蔵倉庫	1	庫内温度
	2	高圧
	3	低圧
	4	油圧
	5	油面
	6	電流
	7	電圧
	8	冷却水出入口温度 (水冷式)
	9	機器周辺の油のにじみ (冷凍機本体、空冷室外機外観、配管)
	10	受液器液面計の冷媒液面は標準レベルになっているか
大型冷凍機 (ターボ、スクルー、チリングユニット)	1	冷媒液面の低下はないか (レシーバ等)
	2	冷水出入口温度
	3	冷却水出入口温度 (水冷式)
	4	機器の異常振動・異常運転音状況
	5	サイトグラス (液ラインに気泡が発生していないか)

(5) 文献 No. 5 : 業務用冷凍空調機器ユーザーによる簡易点検の手引き (冷凍冷蔵ショーケース業務用冷凍冷蔵庫編) (日設連)

日設連は、経済産業省からの委託事業として「業務用冷凍空調機器ユーザーによる簡易点検の手引き (冷凍冷蔵ショーケース業務用冷凍冷蔵庫編)」を平成 26 年 10 月に発行している。

この手引きは、機器ユーザーによる日常的に実施する「漏えい防止」のための「簡易点検の方法」やポイントが整理されおり、巻末にチェックシートが添付されている。チェックシートに記載の点検項目 (表 2.1-7) は、文献 No. 4 の点検記録簿の点検項目とほぼ一致する。

表 2.1-7 簡易点検のチェックシートに記載の点検項目

	番号	点検項目
ショーケース ・業務用 冷蔵庫	1	ショーケース・業務用冷蔵庫内温度の記録
	2	ショーケース内部の熱交換器の霜付きの有無
	3	ショーケース内部の熱交換器や配管の油のにじみの有無
	4	ショーケース周辺の油のにじみ
	5	室外機の異常振動・異常運転音
	6	機器及び室外機周辺の油のにじみ
	7	室外機の腐食の有無、熱交換器の腐食、錆、キズなど
	8	業務用冷凍冷蔵庫内熱交換機 (凝縮器・冷凍機) の霜付き、油のにじみの有無
	9	業務用冷凍冷蔵庫の冷凍機周りの油のにじみ、異常振動、異常運転音
冷凍冷蔵庫	1	庫内温度の記録
	2	高圧の記録
	3	低圧の記録
	4	油圧の記録
	5	油面の記録
	6	電流の記録
	7	電圧の記録
	8	冷却水出入口温度 (水冷式)
	9	機器周辺の油のにじみ (冷凍機本体、空冷室外機外観、配管)
	10	受液器液面計の冷媒液面は標準レベルになっているか
	11	機器の異常振動・異常運転音、冷凍機の以上発停
	12	冷凍冷蔵庫内冷却器の霜付き、油のにじみの有無

2.2 各フロン漏えい検知システムの導入条件・コスト・精度等の調査

2.2.1 調査対象とするシステムの絞り込み

現在市場に出回っているフロン漏えい検知システムの導入条件やコスト、精度等を把握することを目的として、フロン漏えい検知システムの調査を実施した。

第一段階として、IoT 技術を活用した遠隔監視システムのうち、本業務の主対象とする「冷凍・冷蔵機器」に設置できるものを対象（調査対象 1）として調査を実施した。第二段階として、調査対象 1 の中からフロン漏えい検知機能があり、かつ既設機器に設置可能なシステムを絞り込み（調査対象 2）、各システムの検知方法、検知精度、コスト等の温暖化対策効果を評価する指標となり得る情報を整理した。

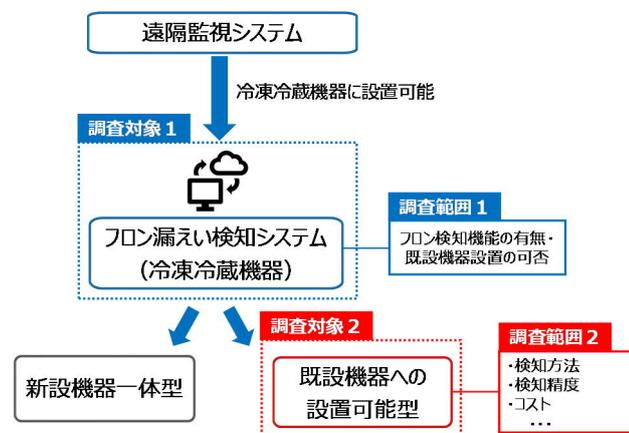


図 2.2-1 調査対象の整理イメージ

調査対象 1 とするシステムは、日冷工が第 16 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提出した資料に掲載される遠隔監視システムのうちフロン漏えいが検知できるシステムに、日冷工へのヒアリング調査や、インターネット情報等より把握したシステムを加えた 9 システムとした（表 2.2-1 のうち冷凍・冷蔵機器に設置できないことから No. 5 及び No. 12～14 を、フロン漏えい検知機能がないため No. 11 を除いたもの）。

調査対象 2 としたシステムは、各検知器メーカーのホームページや商品パンフレット等の情報から既設機器への設置可否を確認して絞り込み、6 システムとした（表 2.2-1 の No. 1～3, 6, 8, 9）。この調査対象 2 について、ヒアリング調査を実施し、各システムの導入条件・コスト・精度等の詳細情報を整理した。

市場に出回っている遠隔監視システム及び対象機・調査範囲 1 の整理結果を表 2.2-1 に、ヒアリング調査概要を表 2.2-2 に示す。

なお、第 4 章 4.2 で実施した市場ニーズ発掘のためのアンケート調査では、表 2.2-1 に示す以外の漏えい検知システムが複数挙げられたが、それらシステムのフロン漏えい検知機能の有無、遠隔操作及び既存機器への設置可否等、今後改めて調査が望まれる。

表 2.2-1 市場に出回っている遠隔監視システムの整理結果

会社名	No.	商品名	対象機	フロン漏えい検知機能の有無	既存機器への設置可否
㈱ナンバ	1	フロンキーパー	冷凍・冷蔵機器	○	○
日立グローバルライフソリューションズ㈱	2	exiida (エクシーダ) 遠隔監視・予兆診断	空調機、冷凍・冷蔵機器	○	○
パナソニック産機システムズ㈱	3	S-cubo (エスクーボ)	空調機、冷凍・冷蔵機器	○	○
	4	S-cubo+Cs (エスクーボシーズ)	冷凍・冷蔵機器	○	—
	5	サンエスネット Service Cloud	空調機	○	不明
三菱電機ビルテクノサービス㈱	6	く〜るリモートメンテナンス	空調機、冷凍・冷蔵機器	○	○
三菱電機㈱	7	冷媒不足検知, 冷媒封入アシスト機能	冷凍・冷蔵機器	○	—
フクシマガリレイ㈱	8	S-net24 (エスネット24)	冷凍・冷蔵機器	○	○
㈱オカムラ	9	OSCOM CLOUD(オスコムクラウド)	冷凍・冷蔵機器	○	○
中野冷機㈱	10	センサム®セイバー	冷凍・冷蔵機器	○	不明
富士電機㈱	11	Promizer (プロマイザー)	空調機、冷凍・冷蔵機器	—	不明
三菱重工サーマルシステムズ㈱	12	M-ACCESS (エム・アクセス)	空調機のみ	○	—
東芝キャリア㈱	13	TCCR-NET	チラー、PA	○	—
ダイキン工業㈱	14	エアネット	空調機のみ	○	—

出典：一般社団法人日本冷凍空調工業会, 第16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 提出資料2 (漏えい検知), 2021. 3. 3 を基に㈱エックス都市研究所が作成

表 2.2-2 フロン漏えい検知システムに関する調査概要

大項目	小項目	内容
調査期間		令和3年12月～令和4年1月
調査方法		ヒアリング調査 (WEB 会議システムを利用した非対面)
調査対象事業者		㈱ナンバ、日立グローバルライフソリューションズ㈱、パナソニック産機システムズ㈱、三菱電機ビルテクノサービス㈱、フクシマガリレイ㈱、㈱オカムラ
調査項目	基本情報	製品名称または検知システム名称、製造年、耐用年数、導入実績
	導入に適する環境・条件	主要な対象業種、適用対象機器、屋外/屋内、冷凍機能力、温度環境、導入にあたっての留意点
	導入コスト	設置工事費 (既設への設置のみを想定)、ハード/ソフト導入概算費用、維持管理コスト
	検知技術	技術の概要、検知の仕組み、最終的な漏えい判定方法(人の介在有無)
	データ関連	取得データ、診断データ (影響因子)、データ蓄積方法、事業者への通知方法・通知内容

註：フロン漏えい検知機能と一体型の遠隔監視システム (製品) の場合には、可能な範囲でフロン漏えい検知機能の情報を把握した。

2.2.2 各フロン漏えい検知システムの導入条件・コスト・精度等の情報整理

フロン漏えい検知システム導入による電力使用量の削減等の評価や普及拡大に向けた検討を行うため、各メーカーのホームページやヒアリングより収集した情報を統一的な情報項目（検知方法や技術的特徴等）によりカルテ形式で整理した（表 2.2-3～8）。カルテ形式で整理することで、システムの比較評価を容易にすることができる。

表 2.2-3 フロン漏えい検知システムの情報整理結果（フロンキーパー）

製品名称/検知システム名称		フロンキーパー
メーカー名		株式会社ナンバ
基本情報	製造開始年	液面検知タイプ：2012年 超音波タイプ：2018年
	耐用年数	10年間
	導入実績	603台（2021.12.24時点）
導入に適する環境・条件	主要な対象業種	小売業、食品製造業、倉庫業
	適用対象機器	冷凍・冷蔵機器（パッケージ型機器、自然冷媒は不可）
	冷凍機能力	出力：5馬力以上
	温度環境等	特に制約等はない
	留意点	防爆対応の仕様はない
導入コスト	設置工事費	20馬力以下：基本設置工事5万円 20馬力以上：配管径等が大きくなるため追加費用がかかる
	ハード/ソフト導入概算費用	本体価格20万円
	維持管理コスト	・サーバー管理費、利用料2,000円/台 月額 ・基本的には通信費用は別途顧客の支払い
検知技術	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 冷媒配管の外側に超音波を発する装置と超音波を検知するレセプターを設置し、超音波発生装置で超音波を発生させる。冷媒漏えい率はこの超音波のレセプターへの到達率を主情報として判断する。 ▶ 人の目では見えない冷凍機内の気泡を検知して漏えいの有無を判断するため、早期発見につながる。
	検知の仕組み	<p>図 フロンキーパーの検知の仕組み</p>
	検知閾値	漏えい率10%を目安としている。
	最終的な漏えい判定方法（人の介在有無）	警報メールが発せられた場合には技術担当がデータを確認し判定する。
データ関連	取得データ	フラッシュガス発生率、外気温度、液冷媒温度、吐出温度、吸入温度、冷媒高圧圧力、冷媒低圧圧力、電力消費量
	診断データ	フラッシュガス発生率について、当日データや前日データ、1週間前等から上昇率を鑑み漏えいを判定する。その他、吸入温度を確認し、上昇度合いを確認する。吐出温度も確認するが、フラッシュガスとの関連性から吸入温度の方が重要である。 電力消費量については、過度に漏えいが進むと電力消費量が逆に低下することがある。また、外部環境の影響も受けやすいため補助的なデータとして捉えている。
	データ蓄積方法	ナンバ社サーバーに保存。1か月分データについては1分・10分・30分データを保存している。1か月以上のデータは10分・30分データとして保存する。保存期間は半永久である。
	事業者への通知方法・通知内容	基本的にはメールで通知。契約状況に応じて電話でも通知。

表 2.2-4 フロン漏えい検知システムの情報整理結果 (exiida)

製品名称/検知システム名称		exiida (エクシーダ) 遠隔監視・予兆診断
メーカー名		日立グローバルライフソリューションズ(株)
基本情報	製造開始年	遠隔監視：1998年5月 予兆診断：2018年4月
	耐用年数	—
	導入実績	累計1万台(2022年1月6日時点)
導入に適する環境・条件	主要な対象業種	製造業、倉庫業、卸売業・食品小売業(冷凍設備を利用する上流から下流まで全てが対象)
	適用対象機器	冷凍・空調機全般(他社製品にも取付け可能)
	冷凍機能力	特に制約等はない
	温度環境等	極端な高温・低温はNG
	留意点	クラウドサーバーへのデータアップが前提となるため、NTTdocomoのLTE端末電波の届かないところは不可。
導入コスト	設置工事費	自社製品であれば、数十万円程度(伝送線路(1本:2芯)と通信装置の設置のみ)。他社製品であれば、別途センサーの取り付け等で部材・工事等の費用が上がる
	ハード/ソフト導入概算費用	月額で、費用は契約内容により様々。 遠隔監視と予兆診断(オプション)でそれぞれ費用が設定される(契約初年度は学習データ取得のため予兆診断費用なし)。
	維持管理コスト	(例:空冷式モジュールチラー3台×2系統の場合で、遠隔監視 28千円/月、予兆診断 8.4千円/月) ※積算参考価格
検知技術	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 冷媒の漏えいを濃度等で直接測定するものではなく、温度・圧力などの冷凍サイクルの運転状況を測定したデータから総合的に判断している。 ▶ 個々の製品ごとの運転データから学習モデルを作り、予兆診断を行っている。同一型式の過去データの活用や設備カテゴリごとの統一した判断基準はなく、個々の製品ごとに局所部分空間法により抽出された変化(異常兆候)を判断する。
検知の仕組み	検知の仕組み	<p>図 exiida 予兆診断の概念図</p>
	検知閾値	—(フロン漏えいを直接検知するシステムではないが、様々なデータからAI分析&エキスパートジャッジによりフロン漏えいを判断する。)
	最終的な漏えい判定方法(人の介入有無)	遠隔監視による故障の検出や予兆診断による異常兆候が継続的に続いた場合は、サービスエンジニアが現地確認して最終判断し、ユーザーへ連絡する(人の介入有り)
データ関連	取得データ	温度、圧力、電流、流量調整弁開度等:製品・年代により異なる(液冷媒温度は一部のみ)
	診断データ	上記データ
	データ蓄積方法	H-LINK(日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社の製品で採用している伝送方式)を経由し、クラウドサーバー上に蓄積される。ユーザーも同じデータを閲覧可能。
	事業者への通知方法・通知内容	あらかじめ登録された連絡先に自動メール送信で通知。(電話・FAXも可能)通知内容は、発生日時・発生場所・発生系統および故障内容。予兆検出時にも同様の通知。

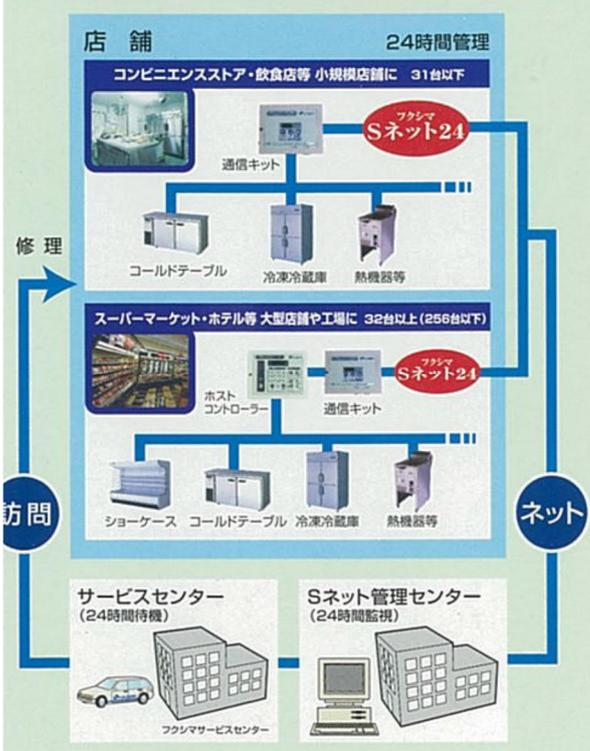
表 2.2-5 フロン漏えい検知システムの情報整理結果 (S-cubo)

製品名称/検知システム名称		S-cubo (エスクーボ)
メーカー名		パナソニック産機システムズ(株)
基本情報	製造開始年	2015年
	耐用年数	—
	導入実績	数千件 (2022.1.5時点)
導入に適する環境・条件	主要な対象業種	食品小売業 (食品スーパー、コンビニ等)、その他冷凍・冷蔵機器を所有する業種 (食品製造業、倉庫業)
	適用対象機器	冷凍・冷蔵機器 (当社機器ユーザー)
	冷凍機能力	特に制約等はない
	温度環境等	特に制約等はない
	留意点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ IoT対応機器であること ▶ 超低温冷凍機器は未対応
導入コスト	設置工事費	費用は契約内容により様々 (既設のセンサーを使用するため、新規設置はネットワーク機器程度)
	ハード/ソフト導入概算費用	
	維持管理コスト	1店舗、数千円/月～
検知技術	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 各店舗の設備システムの運転データ類を、インターネット経由で当社のクラウドサービスに蓄積し、一元管理するサービス。 ▶ 遠隔運用・管理・保守の3サービスから構成され、効率的な店舗運営を支援する。 ▶ データ活用は顧客が行う。
	検知の仕組み	 <p>図 S-cubo の概要</p> <p>この図は、S-cuboシステムの運用フローを示しています。中心には「パナソニックの店舗向け遠隔データサービス (エスクーボ)」があり、これに「機器監視」「温度データ」「電気・ガス使用量」などのデータが送られます。サービスは「設備台帳システム」「ERMOS」「プロメンテツール」を通じて提供されます。運用には「本部」「店舗」「メンテナンス会社」が連携しています。本部では「メンテナンス計画策定」「冷媒漏えい報告書」を作成し、店舗では「監視」「機器リスト」「電気・ガス使用量」を監視します。メンテナンス会社では「定期点検の実施」「冷媒補充」「点検履歴」を行います。</p>
検知閾値	検知閾値	— (フロン漏えいを直接検知するシステムではないが、様々なデータからAI分析&エキスパートジャッジによりフロン漏えいを判断する。)
	最終的な漏えい判定方法 (人の介在有無)	遠隔監視データの分析結果に基づいて、オペレーターが冷媒漏れの可能性を判断し、現地のエンジニアに確認を依頼する (人の介在有り)。
	データ蓄積方法	インターネットを経由し、自社のクラウドサービスに蓄積される。
データ関連	取得データ	温度、圧力、電力消費量
	診断データ	上記データ
事業者への通知方法・通知内容	事業者への通知方法	指定の連絡先 (メール、電話、FAX) に連絡する。
	通知内容	各店舗のパソコンで、温度、警報の状態を閲覧することも可能。

表 2.2-6 フロン漏えい検知システムの情報整理結果（く～るリモートシステム）

製品名称/検知システム名称		く～るリモートシステム
メーカー名		三菱電機ビルテクノサービス株式会社
基本情報	製造開始年	1997年（2013年モデルチェンジ、以降順次機能追加）
	耐用年数	10年（センサーは5年）
	導入実績	約2,000件（2022.1.20時点） （うち、冷凍冷蔵機器を対象としたものは約800件程度）
導入に適する環境・条件	主要な対象業種	適用対象機器であれば業種は問わない
	適用対象機器	冷凍・空調機全般
	冷凍機能力	特に制約等はない
	温度環境等	極端な高温・低温はNG（機器の設置可能範囲内であれば問題ない）
	留意点	▶ 管理装置・制御装置は屋内設置限定（屋外であれば装置を箱内に設置する必要がある）
導入コスト	設置工事費	－（工事費としては請求せず、月額料金に含める）
	ハード/ソフト導入概算費用	－（導入費としては請求せず、月額料金に含める）
	維持管理コスト	－（維持管理費としては請求せず、月額料金に含める）
検知技術	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 遠隔監視サービス（異常監視・変調監視・リモート点検）に、「情報提供」「故障対応」「定期点検」やデータ閲覧の選択サービスを組み合わせたサービス。 ▶ 冷凍・空調設備に設置されたセンサー（センサーが使用できなければ後付け設置）の運転データを、公衆回線を通じて情報センターに蓄積し、遠隔監視する。故障の他、わずかな変調を感知し、劣化状況や汚れ具合に応じた計画的な予防保全作業提案を行う。
	検知の仕組み	<p>図 く～るリモートシステムのサービス概念図</p>
	検知閾値	－（遠隔監視は、個々の取得データの状況から設備の異常・変調のみを判断する。フロン漏えいは遠隔監視データでは判断しない）
最終的な漏えい判定方法（人の介入有無）	現地に派遣されたエンジニア（有資格者）が判断する（人による判断のみ）	
データ関連	取得データ	圧縮機（高圧圧力、低圧圧力、吐出温度、吸入温度、モーター室温度） 熱交換機（冷温水出入口温度、冷却水出入口温度、空気熱交換機出入口温度、冷却器出入口温度、プライン出入口温度） 冷媒系統（冷媒液温度） 電気系統（運転電圧・運転電流） その他（電算室内温度、庫内温度）
	診断データ	－（フロン漏えいはデータからは診断しない）
	データ蓄積方法	公衆回線を通じて情報センターに集められたデータを、運用管理センターに蓄積する
	事業者への通知方法・通知内容	▶ 指定の場所（メール、電話、FAX）に連絡する データ閲覧サービスを追加している顧客は、顧客のパソコンで、運転データや運転日報を閲覧可能

表 2.2-7 フロン漏えい検知システムの情報整理結果 (S-net24)

製品名称/検知システム名称		S-net24 (エスネット 24)
メーカー名		フクシマガリレイ株式会社
基本情報	製造開始年	2011年
	耐用年数	5年
	導入実績	約3,000件
導入に適する環境・条件	主要な対象業種	コンビニエンスストア、食品スーパーマーケット、ドラッグストア (食品取扱店舗)、食品工場、冷凍冷蔵倉庫
	適用対象機器	原則、当社設備対象。 各国内冷凍機メーカー製品と接続可 (接続機能を有している場合)。
	冷凍機能力	特に制約等はない
	温度環境等	特に制約等はない。過度な条件の際は要確認。
	留意点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ IoT対応機器であること ▶ 通信環境の構築が可能なこと ▶ 既設への後付け可
導入コスト	設置工事費	当社製品 AURO が既設されており IoT、遠隔監視可能にする場合、約10万円。新設、他社介在の場合は、別途相談対応。
	ハード/ソフト導入概算費用	
	維持管理コスト	月額5千~1万円 (サービスメニューにより異なる)
検知技術	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 設備の運転状況を24時間監視。ケース、冷凍機からの取得データからスマート診断 (AI) を実施する「ガス漏れ予知システム」を標準装備。 ▶ 予防保全により、機器の長寿命化とランニングの削減を図る。 ▶ HACCPにも対応している。
	検知の仕組み	 <p style="text-align: center;">図 S-net24 の概要</p>
	検知閾値	ー (フロン漏えいを直接検知するシステムではないが、取得するデータからAI分析&エキスパートジャッジによりフロン漏えいを判断する。)
	最終的な漏えい判定方法 (人の介在有無)	遠隔監視データの分析結果に基づいて、オペレーターが冷媒漏れの可能性を判断し、現地のエンジニアに確認を依頼する (人の介在有り)。

データ 関連	取得データ	冷凍機（運転率、高低圧圧力、吐出温度、液温度、吸入温度、外気温度、電流値、冷凍機の異常コード、プレアラームコード） ショーケース（ショーケースの運転圧力、ショーケースの庫内温度、各種センサー温度、弁開度、ショーケースの異常コード、プレアラームコード） オプション（消費電力量、デマンド値、空調制御温度、各種エネルギー使用量）
	診断データ	上記データ
	データ蓄積方法	インターネットを経由し、自社のクラウドサービスに蓄積される。データ保有期間：過去 3 年分はユーザー閲覧可能。超える範囲は、バックデータとして保存。
	事業者への 通知方法・通知内容	メール、電話にて連絡。緊急性に応じ判断対応する。

表 2.2-8 フロン漏えい検知システムの情報整理結果 (OSCOM CLOUD)

製品名称/検知システム名称		店舗用データ管理クラウド OSCOM CLOUD (オスコムクラウド)
メーカー名		株式会社オカムラ
基本情報	製造開始年	2021年10月
	耐用年数	5年
	導入実績	200件強
導入に適する環境・条件	主要な対象業種	食品スーパーマーケット、ドラッグストア (食品取扱店舗)
	適用対象機器	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 冷凍冷蔵ショーケース (原則当社設備対象。条件等により他社製品にも対応可。) ▶ 三菱、日立製冷凍機
	冷凍機能力	特に制約等はない
	温度環境等	特に制約等はない。過度な条件の際は要確認。
	留意点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ IoT対応機器であること ▶ 通信環境の構築が可能なこと ▶ 既設への後付け可
導入コスト	設置工事費	概算1店舗500千円～
	ハード/ソフト導入概算費用	ケース本数、計測点数等により様々
	維持管理コスト	月額1～5万円 (サービスメニューにより異なる)
検知技術	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ オスコムアルト、オスコムリンク (制御・データ収集ターミナル) より収集されたデータをクラウド上に保管、出力時に自動的に帳票化する。 ▶ 店内での温度データの管理も行うことで、格段に省力化が実現する。本部からのアクセスも可能のため各店舗の状況を細やかに管理でき、また、当社の遠隔サポートもオスコムクラウドを通じてユーザーの店舗状況を確認する。
	検知の仕組み	 <p>図 OSCOM CLOUD の概要</p>
	検知閾値	ー (フロン漏えいを直接検知するシステムではないが、様々なデータからAI分析&エキスパートジャッジによりフロン漏えいを判断する。)
	最終的な漏えい判定方法 (人の介在有無)	遠隔監視データの分析結果に基づいて、オペレーターが冷媒漏れの可能性を判断し、現地のエンジニアに確認を依頼する (人の介在有り)。
データ関連	取得データ	冷ケース庫内温度・吹出温度 冷媒蒸発温度・戻り温度 電磁弁稼働率 冷凍機圧力値(高圧・低圧) オプションとして、店内温度・湿度、店外温度・湿度、電力使用量、デマンド値も測定可能。
	診断データ	上記データ
	データ蓄積方法	インターネットを経由し、自社のクラウドサービスに蓄積される。データ保有期間の制限なし。
	事業者への通知方法・通知内容	メール、電話にて連絡。緊急性に応じ判断対応する。

2.2.3 次年度実施想定の評価・検証事業における評価指標項目の絞り込み

次年度実施を想定しているフロン漏えい検知システム評価・検証事業（詳細は第4章参照）においては、影響因子の変化量とアラートのタイミングが重要となることから（図2.2-2）、各システムに関する情報を整理後、遠隔で取得される影響因子の情報項目とアラートタイミングとなる変化量などを現場の実態に即した知見に基づき整理した（表2.2-9）。

漏えいを判断するにあたっては、フロン漏えい以外に機器能力や使用電力の増減に影響を与える因子についても把握しておく必要がある（図2.2-3）。影響因子の整理は、既存文献や、後述する業界団体のヒアリングの結果とあわせて、「3.2.1 温暖化対策効果に寄与する因子の特定」の項目において整理した。

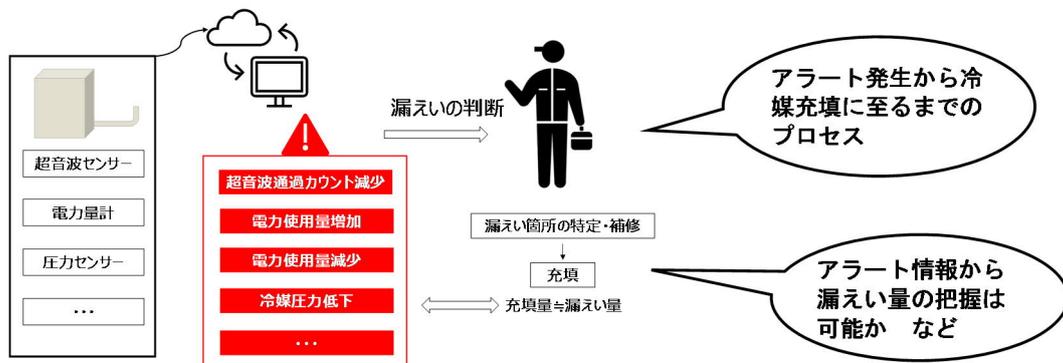


図 2.2-2 遠隔取得情報に基づく漏えい判断に係る調査のポイント

表 2.2-9 フロン漏えいを検知するために取得される情報項目の整理

GL17 診断項目・点検ポイント 検知システムにおけるデータ取得項目		GL-17 診断項目	重要度 ※	備考
コンデンシ ングユニッ ト	フラッシュガス発生率	—	◎ 1	
	吸入圧力（又は蒸発飽和温度）	○	—	
	吐出圧力（又は凝縮飽和温度）	○	—	
	吸入ガス冷媒温度	○	◎ 5	
	吐出ガス冷媒温度	○	○ 6	
	蒸発器入口冷媒温度	○	1	
	蒸発器出口冷媒温度	○	1	
	凝縮器出口冷媒温度	○	—	
	液冷媒温度	—	○ 3	
	受液器（レシーバの）液面高さ	○	—	
	冷温水入口温度（水又はブライン）	○	1	
	冷温水出口温度（水又はブライン）	○	1	
	低圧圧力（蒸発圧力）	—	○ 6	
	高圧圧力（凝縮圧力）	—	○ 6	
	電流	—	○ 3	
	過熱度	—	—	
	過冷却度	—	—	
	圧縮機の過熱	—	—	
	電磁弁稼働率・開度	—	○ 3	
	運転率	—	1	
	負荷側（ショ ーケース等）	吸込空気温度	○	—
吹出空気温度		○	—	
冷温水入口温度（水又はブライン）		○	—	
冷温水出口温度（水又はブライン）		○	—	
冷媒圧力・運転圧力		—	1	
庫内温度		—	○ 3	
その他	外気温度	—	2	オプション設定の場合が多い
	店内温度・モニター室温度	—	○ 3	
	店内湿度、外湿度	—	2	
	電力消費量	—	○ 4	
	デマンド値	—	2	

※重要度

○件数：調査2のヒアリング結果より、漏えい判断に活用している事業者が3事業者以上のもの（件数は事業者数）

◎：漏えい判断するのに重要視していると発言があったもの



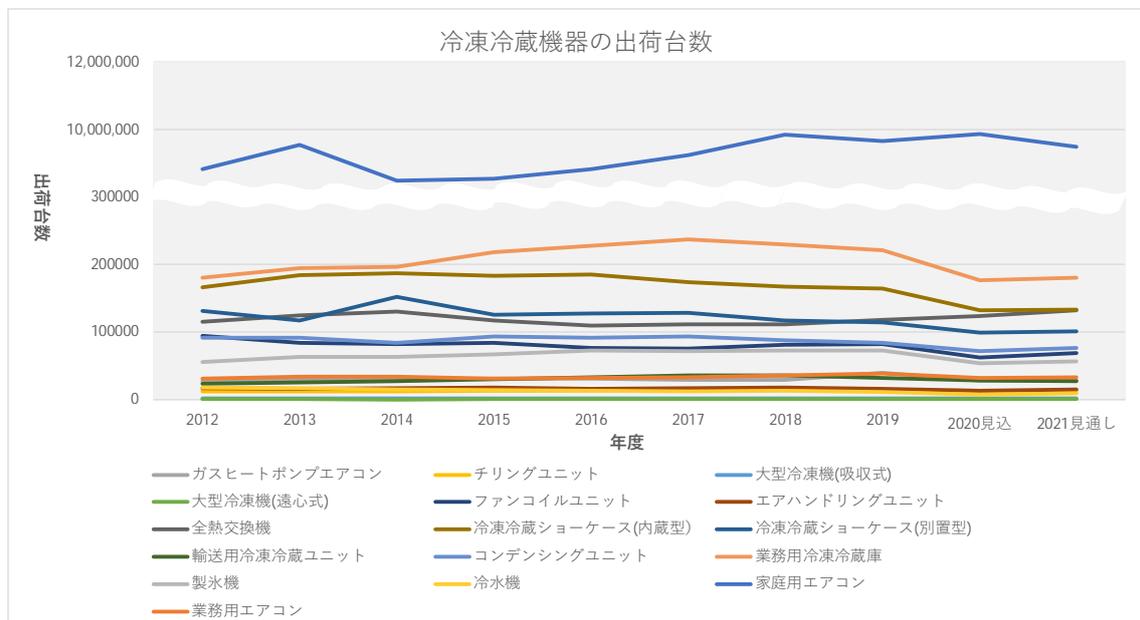
図 2.2-3 漏えいを判断することができる影響因子候補例

2.3 既設機器に設置可能なフロン漏えい検知システムの市場調査

市場調査は、次年度実証試験の対象となる機器種別を特定するため、フロン漏えい検知システムの設置効果が高い使用形態の検討や、電力使用量削減ポテンシャル推計のための基礎情報の収集を目的として実施する。

2.3.1 冷凍空調機器の国内導入量の把握

冷凍空調機器の年度別・品目別の導入量は、日冷工が公表している「冷凍空調機器の国内需要統計」が参考となる（図 2.3-1）。本統計は日冷工の会員企業による自主統計ベースであるが、わが国における海外製の冷凍空調機器の導入が少ないこと、会員企業には国内の大半のメーカーが加入していることから概ね国内の導入実績と捉えてよいと考えられる。



冷凍空調機器(台)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020見込	2021見通し
1 家庭用エアコン	8,520,979	9,422,757	8,094,015	8,165,934	8,527,516	9,054,643	9,814,622	9,572,999	9,820,799	9,351,000
2 業務用エアコン	780,281	834,787	839,881	773,738	793,945	827,061	879,692	950,622	794,300	818,300
3 ガスヒートポンプエアコン	27,301	29,288	29,459	31,075	30,472	28,735	28,748	39,389	28,400	27,700
4 チリングユニット	12,238	12,401	12,594	13,047	12,895	13,770	14,478	14,226	12,740	13,010
5 大型冷凍機(吸収式)	1,472	1,669	1,517	1,629	1,730	1,503	1,645	1,806	1,500	1,500
6 大型冷凍機(遠心式)	367	295	256	288	268	266	346	276	270	270
7 ファンコイルユニット	93,890	84,177	81,693	84,302	76,812	75,494	81,127	82,252	62,400	68,200
8 エアハンドリングユニット	16,627	15,798	16,451	18,223	15,954	16,573	17,335	16,155	13,300	14,500
9 全熱交換機	114,985	124,534	130,402	117,168	109,167	111,326	111,242	117,552	123,700	132,300
10 冷凍冷蔵ショーケース(内蔵型)	166,673	183,987	186,950	182,892	184,846	174,190	166,873	163,841	132,200	132,900
11 冷凍冷蔵ショーケース(別置型)	131,420	117,144	151,609	125,233	127,506	127,959	116,773	114,534	99,100	101,000
12 輸送用冷凍冷蔵ユニット	23,443	25,223	26,942	29,933	33,001	35,448	35,528	31,956	27,900	27,600
13 コンデンシングユニット	91,438	91,019	83,663	92,841	91,254	93,460	87,217	84,266	71,300	76,700
14 業務用冷凍冷蔵庫	180,068	194,312	196,694	218,244	227,610	237,265	229,670	221,167	177,000	180,600
15 製氷機	55,779	62,659	63,125	66,533	72,007	71,643	71,982	72,382	53,200	56,300
16 冷水機	17,532	17,112	14,923	14,462	13,255	12,184	12,778	10,965	7,610	9,170

図 2.3-1 冷凍空調機器の国内出荷実績

出典：冷凍空調機器の国内需要統計，(一社)日本冷凍空調工業会 HP データを基に(株)エックス都市研究所が作成

2.3.2 コンデンシングユニットの導入量の推計

本調査では、既設の冷凍関連機器にフロン漏えい検知システムを設置することを想定していることから、コンデンシングユニットが調査対象となる。

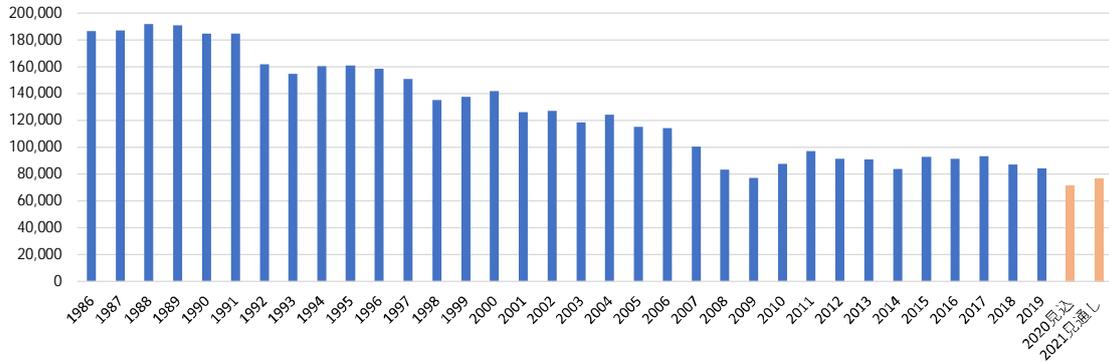


図 2.3-2 コンデンシングユニットの国内出荷実績

出典：(一社)日本冷凍空調工業会, 冷凍空調機器の国内需要統計を基に(株)エックス都市研究所が作成

市中導入実績を推計するためにはコンデンシングユニットの平均設置年数を設定する必要がある。環境省「平成 29 年度化学物質規制対策（業務用冷凍空調機器等の使用時漏えい量に関する実態調査）」では、約 4 万台の第一種特定製品を保有している小売事業者を対象として、冷凍機器の設置されてからの期間別台数・累計を調査している。本調査対象は小売事業者であることからコンデンシングユニットと別置型ショーケースを組み合わせた冷凍サイクルを構築している可能性が高く、かつ約 4 万台を取り扱っていることから一定の代表性がある調査対象と考える。

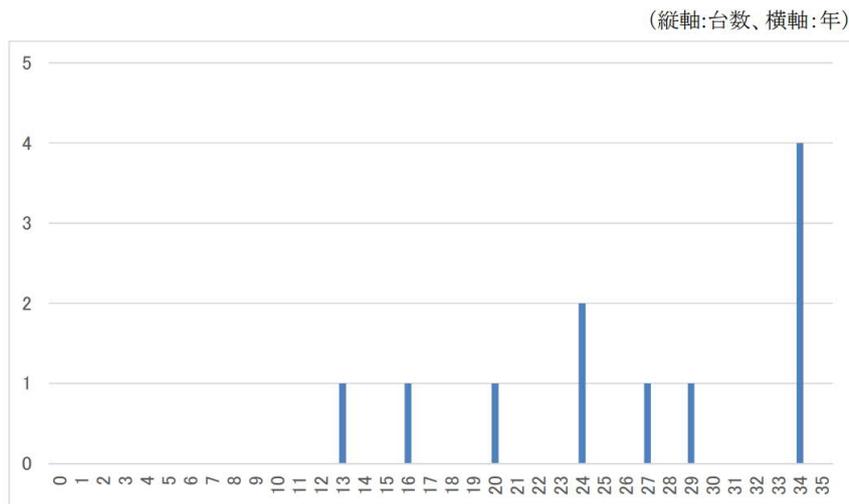


図 2.3-3 2016 年度に廃棄された冷凍冷蔵機器の設置されてからの期間別台数

出典：環境省, 平成 29 年度化学物質規制対策（業務用冷凍空調機器等の使用時漏えい量に関する実態調査）, H29

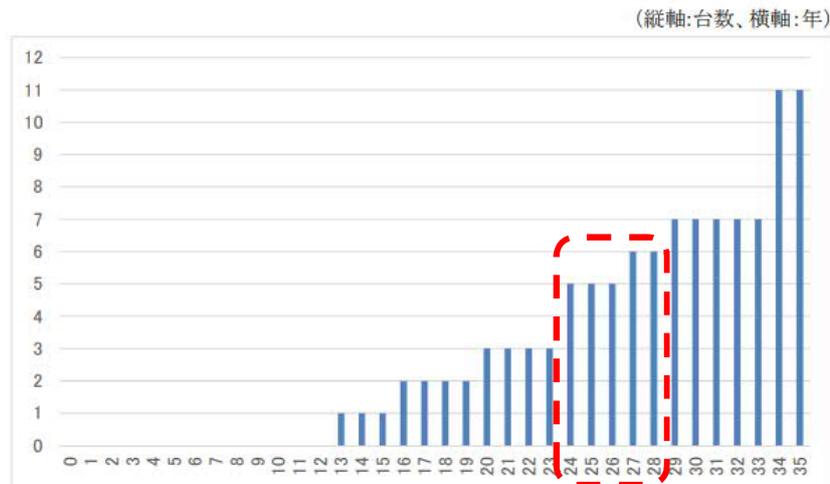


図 2.3-4 2016 年度に廃棄された冷凍冷蔵機器の設置されてからの期間別累計

出典：環境省,平成 29 年度化学物質規制対策（業務用冷凍空調機器等の使用時漏えい量に関する実態調査）,H29

本調査結果によると、設置されてから 13 年から 34 年にかけて廃棄されている。約半分の 5～6 台が廃棄されるまでに約 24～28 年となっている。ただし、累計の全廃棄台数が 11 台/年と非常に少ないことから有識者へのヒアリングを行うこととした。その結果を下記に示す。

【事業者A】

- ✓ 業種や規模によって異なるが小売りだと 10～20 年程度、大型冷凍機だと 20～30 年というケースも多い。
- ✓ 小売でも大型の冷凍機を使用することもある。前出の 34 年使用のものは大型機だと思う。
- ✓ 全体の平均というとなら 20 年くらいではないか。

【事業者B】

- ✓ コンデンシングユニットの廃棄までの期間は、小売業では 10～15 年が標準ではないか。店舗改装があるかどうかで大きく影響する。改装の場合、使用可能であっても交換することが多い。繁盛店舗は店舗改装が早く、コンデンシングユニットの廃棄が早くなる。
- ✓ 一般的に店舗には冷蔵・冷凍系統が 5～10 程度あり、全ての系統入れ替えるわけではなく、必要に応じて入れ替える。系統内はまとめて取り換えることが多い。
- ✓ 食品製造業や卸売業は店舗改装等がないので 10～15 年より若干長いと思う。

【事業者C】

- ✓ コンデンシングユニットの利用期間は肌間隔では 15～25 年間である。
- ✓ 34 年となると R-12 等ガスを利用しているケースが多く、既にガスが販売されていないケースもある。
- ✓ 34 年はマルチの大型のものだと推測される。
- ✓ 食品製造業や卸売業だと 25 年利用はあってもおかしくないと思う。
- ✓ 背景としては小売業と違いクラッシュ&ビルドがなくお店のリニューアルがないからである。

ヒアリング結果からコンデンシングユニットは小売以外に食品製造業や卸売業などにも使用されており、それら業種における一般的な使用期間は概ね下記のとおりと推測される。

- 小売業・・・10～20年
- 食品製造業・卸売業・・・15～25年

他方、コンデンシングユニットの関連資産における法定耐用年数（原価償却資産の耐用年数）は以下のとおりである。

- 電気機器：電気冷蔵庫、その他類似の電気機器・・・6年
- 陳列だな及び陳列ケース（冷凍機付のもの）・・・6年

コンデンシングユニットの市中導入量を推計した結果を図 2.3-5 に示す。コンデンシングユニットの業種別の導入割合はわからなかったため使用期間は上述の得られた情報を踏まえ一律に20年に設定し推計している。推計の結果、市中には200万台から300万台が導入されていることがわかる。直近2019年においては203万台のコンデンシングユニットが導入されていると推測される。

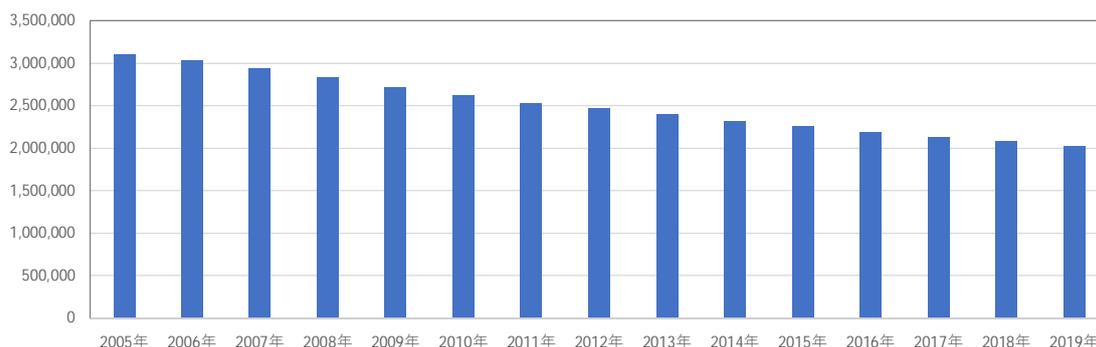


図 2.3-5 コンデンシングユニットの市中導入量（台）の推計結果

出典：前述データより株式会社エックス都市研究所が作成

註：2004年以前、及び2020年以降のデータが示されていないのはデータ制約のため20年間の累積ストックデータが得られなかったためである。

2.3.3 コンデンシングユニットの市場規模の調査

次にコンデンシングユニットの市場規模を調査した。コンデンシングユニットの数量と出力規模に関する具体的なデータは得られなかったため、各種データから推定することとした。コンデンシングユニットを導入している業種（日本標準産業分類基準）としては、“B 漁業”、“E 製造業”、“H 運輸業”、“郵便業”、“I 卸売業、小売業”が想定される。

数量・出力規模の推定にあたって、“I 卸売業、小売業”の小売業については、各種データの整備状況が良いこと、及びフロン漏えい率が高く特に詳細な把握が重要であることから、個別に情報を整備することとした。その他の業種については、コンデンシングユニットの保有率が不明なことや業種区分けの難しさ、冷凍機に関するデータが十分に整備されて

いないため、別途「冷凍冷蔵倉庫」という観点から調査することとした。

(1) 小売業におけるコンデンスユニットの市場規模の推計

経済産業省商業統計調査の業態分類表からコンデンスユニットを導入していると考えられる業態を検討した。検討の結果、百貨店や総合スーパー、専門スーパー（食料品スーパー）等の食品を扱う業態が該当する。なお、食料品専門店と食料品中心店は小規模な事業形態が予想され冷凍機内蔵型ショーケースが導入されている可能性が高いことから調査対象候補には含めないこととした。

表 2.3-1 小売業の業態分類から推測する調査対象候補

大区分	小区分	売場面積	調査対象候補
百貨店	大型百貨店	3,000 m ² 以上（都の特別区及び政令指定都市は6,000 m ² 以上）	○
	その他の百貨店	3,000 m ² 未満（都の特別区及び政令指定都市は6,000 m ² 未満）	○
総合スーパー	大型総合スーパー	3,000 m ² 以上（都の特別区及び政令指定都市は6,000 m ² 以上）	○
	中型総合スーパー	3,000 m ² 未満（都の特別区及び政令指定都市は6,000 m ² 未満）	○
専門スーパー	衣料品スーパー	250 m ² 以上	
	食料品スーパー		○
	住関連スーパー		
コンビニエンスストア		30 m ² 以上 250 m ² 未満	○
広義ドラッグストア		—	○
その他スーパー		—	
専門店	衣料品専門店	—	
	食料品専門店	—	
	住関連専門店	—	
家電大型専門店		500 m ² 以上	
中心店	衣料品中心店	—	
	食料品中心店	—	
	住関連中心店	—	
その他の小売店		—	
無店舗販売		—	

出典：経済産業省商業統計調査の業態分類表から(株)エックス都市研究所が作成

調査対象候補とした業態を念頭におきつつ、データの有無や網羅性等を考慮して設定した小売業の区分と情報源を表 2.3-2 に示す。

表 2.3-2 小売業の店舗数に関する情報元

大区分	小区分	情報元	備考
百貨店		経済産業省商業動態統計 2020 年データ	従業者が常時 50 人以上
スーパー	大型	統計・データでみるスーパーマーケット (http://www.j-sosm.jp/dl/index.html)	一般社団法人全国スーパーマーケット協会が店舗名から判別し独自分類。 ○大型： ・総合スーパー ・スーパーセンター ○中型 ・食品スーパー ・食品ディスカウンター ・業務用食品スーパー ○小型： ・小型食品スーパーマーケット ・小型食品ディスカウンター ・ミニスーパーマーケット
	中型		
	小型		
コンビニエンスストア		平成 26 年度経済センサス活動調査	
ドラッグストア		経済産業省商業動態統計 2020 年データ	

調査対象とした小売業の都道府県別店舗数を表 2.3-3 に示す。

表 2.3-3 調査対象とした小売業の都道府県別店舗数

都道府県	百貨店	スーパー			コンビニエンスストア	ドラッグストア
		大型	中型	小型		
北海道	13	86	796	251	2,519	696
青森県	7	29	195	16	453	182
岩手県	3	24	194	51	454	215
宮城県	2	25	305	52	892	338
秋田県	2	21	151	11	389	143
山形県	-	9	198	29	382	175
福島県	2	18	261	105	651	231
茨城県	1	25	386	66	1,068	413
栃木県	5	22	262	32	734	291
群馬県	3	32	223	29	767	316
埼玉県	15	72	833	281	2,068	1,097
千葉県	5	91	654	267	1,961	853
東京都	31	124	1395	1419	4,837	1,871
神奈川県	14	88	967	514	2,754	1,141
新潟県	1	29	318	84	800	343
富山県	1	13	139	19	400	189
石川県	2	19	128	46	423	220
福井県	1	9	121	13	301	152
山梨県	1	12	112	15	363	148
長野県	3	35	270	32	770	246
岐阜県	1	40	218	36	696	440
静岡県	3	24	492	128	1,327	523
愛知県	9	109	765	152	2,655	1,115
三重県	2	42	240	21	577	251
滋賀県	1	43	167	21	429	213
京都府	4	44	339	88	759	328
大阪府	20	157	1047	289	2,621	994
兵庫県	10	79	730	160	1,345	634
奈良県	3	26	146	45	312	133
和歌山県	1	11	134	31	253	92
鳥取県	3	11	79	17	191	70
島根県	1	17	140	37	195	80
岡山県	3	21	262	83	571	199
広島県	5	35	432	67	930	312
山口県	2	29	208	25	465	198
徳島県	-	5	118	33	256	82
香川県	1	11	163	8	336	128
愛媛県	2	13	220	32	453	239
高知県	1	7	113	47	214	95
福岡県	6	94	570	150	1,646	695
佐賀県	1	17	114	17	307	87
長崎県	2	17	171	59	392	126
熊本県	1	38	168	105	522	185
大分県	3	31	161	43	358	123
宮崎県	1	17	173	30	374	124
鹿児島県	2	16	275	78	571	196
沖縄県	1	31	255	10	331	78
全国計	201	1,768	15,808	5,144	42,072	17,000

※大型中型小型は 2021 年 11 月末のデータを使用。

次に各事業所に導入されているコンデンシングユニットの数量及び規模を設定する。参考となる情報として中央環境審議会・産業構造審議会合同会議で示されている業態別の冷凍空調設備の構成例に関する情報がある（表 2.3-4）。コンデンシングユニットは、百貨店と総合スーパー、食料品スーパー、食料品専門店、コンビニエンスストア、冷凍冷蔵倉庫、食品加工工場に使用されていると想定し、各業態の使用用途と床面積に応じた出力規模と数量が構成例として示されている。このうち小売業に該当する業態は百貨店、総合スーパー、食料品スーパー、食料品専門店、コンビニエンスストアである。

表 2.3-4 業態別冷凍空調設備の構成例

業態（床面積）	1事業所あたりの平均的な設備構成例 （各機器の出力は圧縮機定格出力）	コンデンシングユニットの利用
百貨店 (25,000 m ²)	ビル用マルチエアコン：40kW×20台 別置型ショーケース：10kW×10台	○
総合スーパー (10,000 m ²)	ビル用マルチエアコン：40kW×10台 別置型ショーケース：10kW×10台	○
食料品スーパー (1,500 m ²)	店舗・オフィス用エアコン：5～15kW×8台 別置型ショーケース：4～30kW×10台	○
食料品専門店 (100 m ²)	店舗・オフィス用エアコン：3～5kW×1台 別置型ショーケース：3～7.5kW×2台	○
コンビニエンスストア (200 m ²)	店舗・オフィス用エアコン：3kW×2台 別置型ショーケース：2kW、8kW	○
大規模ビル (10,000 m ²)	ビル用マルチエアコン：25kW×20台	
小規模事務所 (150 m ²)	店舗・オフィス用エアコン：5kW×2台	
冷凍冷蔵倉庫 (500 m ²)	冷凍冷蔵ユニット：20kW×2台	○
食品加工工場 (300 m ²)	冷凍冷蔵ユニット：7.5kW×5台	○
レストランチェーン店 (600 m ²)	店舗・オフィス用エアコン：5kW×3台 業務用冷蔵庫：0.75kW×8台	

出典：中央環境審議会・産業構造審議会合同会議資料を基に㈱エックス都市研究所が作成

各事業所に導入される冷凍・冷蔵用コンデンシングユニットの数量と規模は、事業所の床面積や商品種類によるところが大きく一概に決めることは本来的にはできないが、本推計では表 2.3-5 の構成例及び専門家の知見を参考として、平均的な売場面積から構成を想定した。

表 2.3-5 各小売業の 1 事業所あたりの平均的な売場面積

大区分	小区分	平均的な売場面積
百貨店※1		25,303 m ²
スーパー※2	大型	9,403 m ²
	中型	1,126 m ²
	小型	167 m ²
コンビニエンスストア※3		74.2 m ²
ドラッグストア※4		489.3 m ²

※1(一社)日本百貨店協会,全国百貨店売上高速報,2019.12を基に(株)エックス都市研究所が作成

※2(一社)全国スーパーマーケット協会,スーパーマーケット年次統計調査報告書,2017.10月を基に(株)エックス都市研究所が作成。本報告書では、スーパーを大型・中型・小型スーパーマーケットを原則として店舗名から判別し独自分類し、毎月店舗数を調査している。

(分類の参考)

- ・大型：総合スーパー、スーパーセンター
- ・中型：食品スーパー、食品ディスカунター、業務用食品スーパー
- ・小型：小型食品スーパーマーケット、小型ディスカунター、ミニスーパーマーケット

ただし、各区分における売場面積のデータは得られなかったため、図 2.3-6 の総合スーパーを大型、専門スーパーを中型、その他のスーパーを小型として売場面積を設定した。

※3 政府統計 e-stat, 商業統計調査 商業統計確報, 2014 を基に(株)エックス都市研究所が作成

※4 政府統計 e-stat, 商業統計調査 二次加工統計表 業態別統計編(小売業), 2014.6, を基に(株)エックス都市研究所が作成

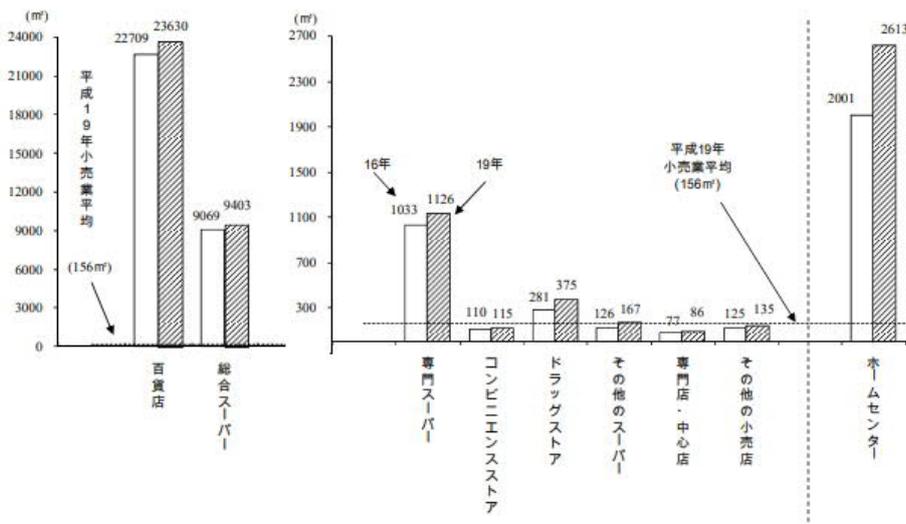


図 2.3-6 業態別 1 事業所あたりの売場面積

出典：経済産業省, 商業統計 業態別統計編 (小売業) <概況>, H9

業態別冷凍空調設備の構成例（表 2.3-4）と売場面積（表 2.3-5）のみでは、各業態の一般的な店舗における総出力・構成の設定が困難であったことから想定仮説（総出力）を基に有識者にヒアリングを行ったうえで設定することとした。

【事業者A】

- ✓ コンビニ、ドラッグストアの中型スーパーであれば、コンデンシングユニット規模については、概ね示して頂いたとおりに思う。大規模店舗より中規模店舗の方が、冷凍冷蔵食品が充実しており冷凍機の出力が大きくなることもある。

【事業者B】

- ✓ スーパーの中型と大型の関係は違和感を覚える。商品ラインアップによるが、一般的には逆転することはなく、大型の方が大きいはずである。
- ✓ 中型だと 20 馬力（≒15kW）のものが5～8台（=75～120kW）。中型の 140kW は少し大きすぎると感じる。
- ✓ 大型は中型よりもショーケースが 1.3～1.5 倍程度多いのではないかと(100～180kW)。
- ✓ 百貨店はあまり知見がない。契約テナントとの関係によるところが大きい。契約テナントのショーケース持ち込みであれば小さいし、百貨店側持ちであれば大きい。
- ✓ コンビニは示していただいたとおりに大体 12kW 程度であろう。
- ✓ ドラッグストアは店舗形態によって大きく異なる。10 年以上前は内蔵型がほとんどだった。10 年ぐらい前は別置型が導入される過渡期であった。今は生鮮食品がなくても別置式と内蔵式のミックスである。
- ✓ スーパーの小型は 12kW よりも若干大きく、15kW 程度ではないか。コンビニより生鮮食品が多く冷凍機もそれなりに必要となる。

【事業者C】

- ✓ 中型だとショーケースが 50 台程度、100kW 程度ではないか。大型だと 200kW 程度と思われる。
- ✓ 百貨店はスーパーの中型程度ではないか。
- ✓ コンビニは 12kW 程度で妥当かと思う。
- ✓ ドラッグストアに関して、昔は内蔵型が多く、あまり別置型は使用してなかったのではないかと。現在は生鮮食品などが多く 20kW 程度を使用しているケースが多いと思う。

表 2.3-6 各小売業の事業所におけるコンデンシングユニットの構成（当初仮説）

大区分	小区分	総出力	構成	備考
百貨店		100kW	出力：10kW、数量：10台	床面積は大きいものの、売場は地下のみ。
スーパー	大型	100kW	出力：10kW、数量：10台	GMSを想定。床面積は大きいものの、冷凍機が必要なエリアは小さい。
	中型	140kW	出力：20kW、数量：7台	様々な文献を調べると、大型よりも総出力が大きい可能性あり。ただ、具体的な理由は不明。
	小型	12kW	出力：2kW、数量：2台 出力：8kW、数量：1台	コンビニよりは冷蔵・冷凍アイテムが多いと想定。
コンビニエンスストア		12kW	出力：2kW、数量：2台 出力：8kW、数量：1台	—
ドラッグストア		12kW	出力：4kW、数量：1台 出力：8kW、数量：1台	—

ヒアリング結果を踏まえ表 2.3-7 のとおり設定した。

表 2.3-7 各小売業の事業所におけるコンデンシングユニットの構成（最終設定）

大区分	小区分	総出力	構成（参考）
百貨店		100kW	出力：10kW、数量：10台
スーパー	大型	150kW	出力：10kW、数量：15台
	中型	100kW	出力：10kW、数量：10台
	小型	15kW	出力：3kW、数量：1台 出力：6kW、数量：2台
コンビニエンスストア		12kW	出力：2kW、数量：2台 出力：8kW、数量：1台
ドラッグストア		15kW	出力：3kW、数量：1台 出力：6kW、数量：2台

出典：有識者ヒアリング結果を基に株式会社エクス都市研究所が作成

註：構成については、各店舗のショーケースタイプに大きく影響するため出力と数量の組み合わせは多種多様である。

以上の結果から、小売業の市場規模を図 2.3-7、表 2.3-8～9 に示す。出力ベースで約 2.7GW、数量ベースで 37 万台となった。

業種別で見るとスーパー（中型）での導入台数が最も多く約 42.5%、次いでコンビニエンスストアで約 34.0%であり、本 2 業種で全体の 76.5%を占めている。

小売業全体の台数に着目すると、前述したコンデンシングユニットの市中台数の 203 万台に対しては約 18%程度であるが、実態としては想定した構成（kW×台）よりも小規模な出力のコンデンシングユニットが複数設置されており想定よりも設置台数は多いことが考えられる。

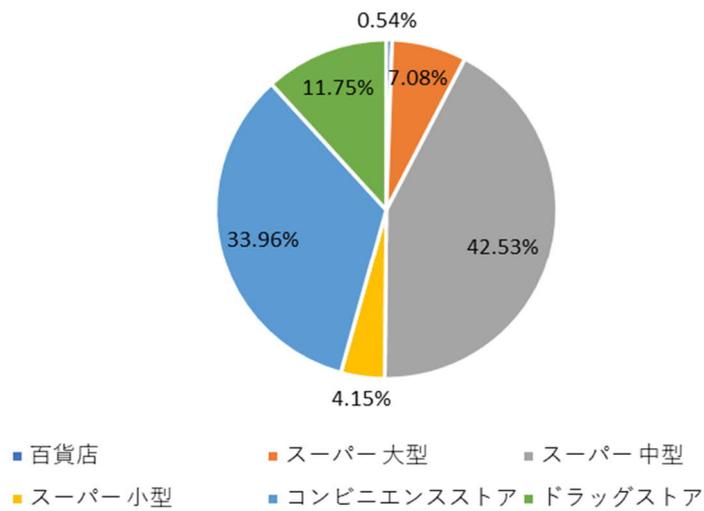


図 2.3-7 小売業におけるコンデンシングユニットの市場規模（台）

表 2.3-8 小売業における市場規模（出力: kW）

都道府県	百貨店	スーパー			コンビニエ ンスストア	ドラッグス トア	合計
		大型	中型	小型			
北海道	1,300	12,900	79,600	3,765	30,228	10,140	137,933
青森県	700	4,350	19,500	240	5,436	1,485	31,711
岩手県	300	3,600	19,400	765	5,448	2,700	32,213
宮城県	200	3,750	30,500	780	10,704	4,410	50,344
秋田県	200	3,150	15,100	165	4,668	1,560	24,843
山形県	0	0	19,800	435	4,584	2,805	27,624
福島県	200	2,700	26,100	1,575	7,812	3,195	41,582
茨城県	100	3,750	38,600	990	12,816	3,135	59,391
栃木県	500	3,300	26,200	480	8,808	2,445	41,733
群馬県	300	4,800	22,300	435	9,204	3,225	40,264
埼玉県	1,500	10,800	83,300	4,215	24,816	12,225	136,856
千葉県	500	13,650	65,400	4,005	23,532	9,630	116,717
東京都	3,100	18,600	139,500	21,285	58,044	26,280	266,809
神奈川県	1,400	13,200	96,700	7,710	33,048	14,865	166,923
新潟県	100	4,350	31,800	1,260	9,600	4,335	51,445
富山県	100	1,950	13,900	285	4,800	2,265	23,300
石川県	200	2,850	12,800	690	5,076	2,880	24,496
福井県	100	1,350	12,100	195	3,612	1,635	18,992
山梨県	100	1,800	11,200	225	4,356	1,965	19,646
長野県	300	5,250	27,000	480	9,240	3,285	45,555
岐阜県	100	6,000	21,800	540	8,352	5,175	41,967
静岡県	300	3,600	49,200	1,920	15,924	6,015	76,959
愛知県	900	16,350	76,500	2,280	31,860	12,555	140,445
三重県	200	6,300	24,000	315	6,924	2,940	40,679
滋賀県	100	6,450	16,700	315	5,148	2,385	31,098
京都府	400	6,600	33,900	1,320	9,108	3,975	55,303
大阪府	2,000	23,550	104,700	4,335	31,452	13,920	179,957
兵庫県	1,000	11,850	73,000	2,400	16,140	9,195	113,585
奈良県	300	3,900	14,600	675	3,744	1,740	24,959
和歌山県	100	1,650	13,400	465	3,036	1,395	20,046
鳥取県	300	1,650	7,900	255	2,292	1,050	13,447
島根県	100	2,550	14,000	555	2,340	1,215	20,760
岡山県	300	3,150	26,200	1,245	6,852	3,135	40,882
広島県	500	5,250	43,200	1,005	11,160	4,965	66,080
山口県	200	4,350	20,800	375	5,580	2,385	33,690
徳島県	0	0	11,800	495	3,072	1,245	16,612
香川県	100	1,650	16,300	120	4,032	1,770	23,972
愛媛県	200	1,950	22,000	480	5,436	2,835	32,901
高知県	100	1,050	11,300	705	2,568	1,200	16,923
福岡県	600	14,100	57,000	2,250	19,752	9,345	103,047
佐賀県	100	2,550	11,400	255	3,684	1,515	19,504
長崎県	200	2,550	17,100	885	4,704	2,145	27,584
熊本県	100	5,700	16,800	1,575	6,264	3,255	33,694
大分県	300	4,650	16,100	645	4,296	1,755	27,746
宮崎県	100	2,550	17,300	450	4,488	1,965	26,853
鹿児島県	200	2,400	27,500	1,170	6,852	2,985	41,107
沖縄県	100	4,650	25,500	150	3,972	1,785	36,157
全国計	20,100	263,100	1,580,800	77,160	504,864	218,310	2,664,334
	0.8%	9.9%	59.3%	2.9%	18.9%	8.2%	100.0%

表 2.3-9 小売業における市場規模（数量：台）

都道府県	百貨店	スーパー			コンビニエ ンスストア	ドラッグス ストア	合計
		大型	中型	小型			
北海道	130	1,290	7,960	753	7,557	2,028	19,718
青森県	70	435	1,950	48	1,359	297	4,159
岩手県	30	360	1,940	153	1,362	540	4,385
宮城県	20	375	3,050	156	2,676	882	7,159
秋田県	20	315	1,510	33	1,167	312	3,357
山形県	0	0	1,980	87	1,146	561	3,774
福島県	20	270	2,610	315	1,953	639	5,807
茨城県	10	375	3,860	198	3,204	627	8,274
栃木県	50	330	2,620	96	2,202	489	5,787
群馬県	30	480	2,230	87	2,301	645	5,773
埼玉県	150	1,080	8,330	843	6,204	2,445	19,052
千葉県	50	1,365	6,540	801	5,883	1,926	16,565
東京都	310	1,860	13,950	4,257	14,511	5,256	40,144
神奈川県	140	1,320	9,670	1,542	8,262	2,973	23,907
新潟県	10	435	3,180	252	2,400	867	7,144
富山県	10	195	1,390	57	1,200	453	3,305
石川県	20	285	1,280	138	1,269	576	3,568
福井県	10	135	1,210	39	903	327	2,624
山梨県	10	180	1,120	45	1,089	393	2,837
長野県	30	525	2,700	96	2,310	657	6,318
岐阜県	10	600	2,180	108	2,088	1,035	6,021
静岡県	30	360	4,920	384	3,981	1,203	10,878
愛知県	90	1,635	7,650	456	7,965	2,511	20,307
三重県	20	630	2,400	63	1,731	588	5,432
滋賀県	10	645	1,670	63	1,287	477	4,152
京都府	40	660	3,390	264	2,277	795	7,426
大阪府	200	2,355	10,470	867	7,863	2,784	24,539
兵庫県	100	1,185	7,300	480	4,035	1,839	14,939
奈良県	30	390	1,460	135	936	348	3,299
和歌山県	10	165	1,340	93	759	279	2,646
鳥取県	30	165	790	51	573	210	1,819
島根県	10	255	1,400	111	585	243	2,604
岡山県	30	315	2,620	249	1,713	627	5,554
広島県	50	525	4,320	201	2,790	993	8,879
山口県	20	435	2,080	75	1,395	477	4,482
徳島県	0	0	1,180	99	768	249	2,296
香川県	10	165	1,630	24	1,008	354	3,191
愛媛県	20	195	2,200	96	1,359	567	4,437
高知県	10	105	1,130	141	642	240	2,268
福岡県	60	1,410	5,700	450	4,938	1,869	14,427
佐賀県	10	255	1,140	51	921	303	2,680
長崎県	20	255	1,710	177	1,176	429	3,767
熊本県	10	570	1,680	315	1,566	651	4,792
大分県	30	465	1,610	129	1,074	351	3,659
宮崎県	10	255	1,730	90	1,122	393	3,600
鹿児島県	20	240	2,750	234	1,713	597	5,554
沖縄県	10	465	2,550	30	993	357	4,405
全国計	2,010	26,310	158,080	15,432	126,216	43,662	371,710
	0.54%	7.08%	42.53%	4.15%	33.96%	11.75%	100.00%

(2) 冷凍冷蔵倉庫におけるコンデンシングユニットの市場規模の推計

冷凍冷蔵倉庫については、一般社団法人日本冷蔵倉庫協会が都道府県別の所管容積のデータを公表している。

表 2.3-10 都道府県別の冷凍冷蔵倉庫を保有する事業所数と所管容量

事業所数：か所、所管容量：m³

	事業所数	所管容積		事業所数	所管容積
北海道	78	1,237,177	滋賀県	4	61,147
青森県	46	539,909	京都府	7	160,508
岩手県	4	72,936	大阪府	72	3,065,181
宮城県	44	806,234	兵庫県	72	1,978,625
秋田県	8	39,313	奈良県	4	43,840
山形県	6	40,144	和歌山県	13	116,208
福島県	15	118,705	鳥取県	8	73,407
茨城県	18	311,913	島根県	4	28,975
栃木県	7	174,613	岡山県	14	152,856
群馬県	6	108,508	広島県	22	371,232
埼玉県	29	1,062,452	山口県	19	297,754
千葉県	37	1,287,772	徳島県	6	82,402
東京都	89	3,594,157	香川県	22	317,495
神奈川県	74	4,029,119	愛媛県	21	290,847
山梨県	5	53,000	高知県	7	70,167
長野県	19	174,179	福岡県	69	1,931,233
新潟県	28	260,247	佐賀県	19	572,907
富山県	12	147,109	長崎県	21	201,181
石川県	13	132,925	熊本県	12	131,114
福井県	4	48,409	大分県	10	107,032
岐阜県	6	37,566	宮崎県	12	361,558
静岡県	89	979,999	鹿児島県	21	419,106
愛知県	57	1,605,052	沖縄県	8	121,339
三重県	20	192,924	全国計	1,181	28,010,476

出典：(一社)日本冷蔵倉庫協会, 都道府県別所管容積データ, 2021.6

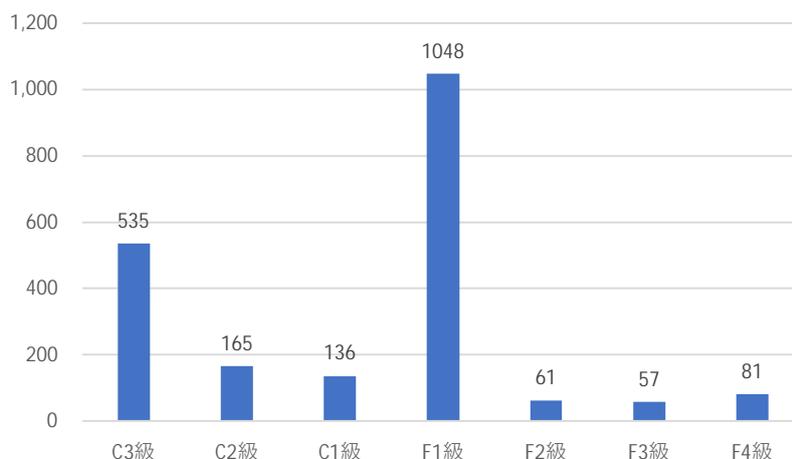


図 2.3-8 保管温度帯別の事業所数

出典：(一社)日本冷蔵倉庫協会, 都道府県別所管容積データを基に(株)エックス都市研究所が作成

冷凍冷蔵倉庫は保管温度帯によって、7区分（C1～3、F1～F4）によって区分されている。各区分の事業所における平均容積は表 2.3-11 のとおりである。

表 2.3-11 保管温度帯別の平均容積

保管温度帯	平均容積 (m ³)
C3 級(+10℃～-2℃)	5,345
C2 級(-2℃～-10℃)	2,437
C1 級(-10℃～-20℃)	2,468
F1 級(-20℃～-30℃)	21,835
F2 級(-30℃～-40℃)	10,494
F3 級(-40℃～-50℃)	3,002
F4 級(-50℃～)	8,882

出典：(一社)日本冷蔵倉庫協会, 都道府県別所管容積データ, 2021.6 を基に(株)エックス都市研究所が編集

冷凍冷蔵倉庫において保管温度帯別・容積別に関連した冷凍機の一般的な能力を調査したが、参考となる情報は得られなかった。参考となる情報が少ない背景としては、冷凍冷蔵倉庫における熱負荷の設定においては下記に示す影響要因を考慮する必要があり、冷凍冷蔵倉庫の地域性や保管物、使用方法等によって大きく熱負荷が変わるため一般的と言える能力は明確に存在しないためと推測する。

外壁からの侵入熱量、被冷却物の冷却熱量、換気による熱量、作業員の熱量、呼吸熱、送付機の熱用、室内動力の熱量、照明の熱量 など

そのため容積別にコンデンシングユニットの台数を特定できないため、再エネ電力活用推進のための冷凍冷蔵機器におけるエネルギー管理システム対応調査検討委託業務報告書（H30, 環境省）の表 2.3-12 の情報を基に 1 施設あたりの平均容積、出力を算出した（表 2.3-13）。

表 2.3-12 保管温度帯別・容積別の冷凍機能力に関する環境省調査情報

倉庫 No.	1	2	3	4	5
保管温度帯	F1	F1	F1	F4	F1
容積(m3)	27,000	16,000	37,000	9,000	31,000
冷凍機能力	220kW	770kW	540kW	1,100kW	450kW
冷凍機台数	8台	8台	13台	5台	6台
倉庫 No.	6	7	8	9	10
保管温度帯	F1、C2	F1	F1、C3、F4	C2	F1
容積(m3)	65,000	63,000	69,000	7,500	16,000
冷凍機能力	700kW	570kW	1100kW	140kW	1,000kW
冷凍機台数	8台	6台	13台	2台	4台
倉庫 No.	11	12	13		
保管温度帯	F1、C3	F1、C3	F1、C3		
容積(m3)	52,000	37,000	37,000		
冷凍機能力	500kW	500kW	1500kW		
冷凍機台数	5台	5台	8台		

出典：環境省，再エネ電力活用推進のための冷凍冷蔵機器におけるエネルギー管理システム対応調査検討委託業務，H30

表 2.3-13 1施設あたりのコンデンシングユニットの構成

平均容積 (m ³)	出力	台数
35,923	705kW	7.0台

出典：環境省，再エネ電力活用推進のための冷凍冷蔵機器におけるエネルギー管理システム対応調査検討委託業務，H30

(一社)日本冷蔵倉庫協会，都道府県別所管容積データによると，1施設あたりの平均容積は23,718m³となっている。この値はH30環境省調査の施設と規模に差があるため，容積あたりの台数，容積あたりの総出力を用いて推計を行うこととした(表2.3-14)。

表 2.3-14 容積あたりのコンデンシングユニットの構成

容積 (m ³)	出力	台数
10,000	196kW	1.9台

この結果をもとに，から推計した冷凍冷蔵倉庫の市場規模を表2.3-15に示す。出力ベースで約0.55GW、数量ベースで0.55万台となった。

表 2.3-15 冷凍冷蔵倉庫における市場規模（出力と台数）

都道府県	出力 (kW)	台数 (台)
北海道	24,277	241
青森県	10,594	105
岩手県	1,431	14
宮城県	15,820	157
秋田県	771	8
山形県	788	8
福島県	2,329	23
茨城県	6,121	61
栃木県	3,426	34
群馬県	2,129	21
埼玉県	20,848	207
千葉県	25,269	251
東京都	70,527	700
神奈川県	79,062	785
新潟県	1,040	10
富山県	3,418	34
石川県	5,107	51
福井県	2,887	29
山梨県	2,608	26
長野県	950	9
岐阜県	737	7
静岡県	19,230	191
愛知県	31,495	313
三重県	3,786	38
滋賀県	1,200	12
京都府	3,150	31
大阪府	60,147	597
兵庫県	38,826	386
奈良県	860	9
和歌山県	2,280	23
鳥取県	1,440	14
島根県	569	6
岡山県	2,999	30
広島県	7,285	72
山口県	5,843	58
徳島県	1,617	16
香川県	6,230	62
愛媛県	5,707	57
高知県	1,377	14
福岡県	37,896	376
佐賀県	11,242	112
長崎県	3,948	39
熊本県	2,573	26
大分県	2,100	21
宮崎県	7,095	70
鹿児島県	8,224	82
沖縄県	2,381	24
全国計	549,639	5,458

第3章 フロン漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握及び分

析手法案の策定及び課題整理

本章では、フロン漏えい検知システムの温暖化対策効果の把握及び分析手法案の策定及び課題整理を行った。具体的には、第2章を踏まえ、まずは、3.1で温暖化対策効果に寄与し得る因子の特定を行った。次に、3.2で特定の条件下での分析評価手法検討として、小売業における別置型ショーケース付帯の冷凍機をモデルケースとして、フロン漏えい検知システムを導入した場合の温暖化対策効果削減量の評価手法の検討を行った。その際、実験室におけるフロン抜き取りによる実証実験を実施し、その結果を基に、フロン漏えい率と電力使用増加量と相関関係について評価を行った。それらを踏まえ、精度向上に向けた課題の整理を行った。また、3.3で統一的な評価手法の試算を行い、3.4で技術的・経済的・制度的側面からの既設機器への適用に関する課題整理を行った。

3.1 温暖化効果因子の特定

第2章の「IoT技術を活用したフロン漏えい検知システムの実態調査」の結果、フロン検知器メーカーのヒアリング等を踏まえ、温暖化対策効果に寄与する因子の特定を行った。ここでの対象因子は、設定により異なってくるもの（後段の推計・汎用化で組み込むか検討する必要がある因子）を挙げており、フロン漏えい検知や故障把握の因子とは異なることに留意が必要である。そのため、ここではフロン漏えい時に現れる結果因子は除いている。

なお、冷凍冷蔵機器を対象とし、空調機器は対象外としている。

また、寄与する因子の特定とともに、機器ごとに変数としての設定可能性、および来年度の評価検証事業や影響度評価試験におけるデータの取得の可能性についても考察を行った。

フロン漏えいに関与する因子として、影響が大きく、設定可能性が高いものとしては、「冷媒使用量」、「冷媒種」、「機器種類」が挙げられる。

電力使用量の関与する因子として、影響が大きく、設定可能性が高いものとしては、「消費電力」、「冷凍機負荷率」、「機器種類」、「業種」、「庫内設定温度」、「外気温度」、「店内温度」が挙げられる。「低圧・高圧圧力」については影響があること、漏えいの判断に活用されていることは把握しているが、設定可能性については、現時点において判断できなかった。

また、その他で今年度の調査では判断できなかった因子として、「水冷式・空冷式の別」、「デフロスト」、「点検頻度・点検方法」が挙げられる。

来年度は、「冷媒使用量」、「冷媒種」、「機器種類」、「消費電力」、「冷凍機負荷率」、「機器種類」、「業種」、「庫内設定温度」、「外気温度」、「店内温度」、および漏えいの判断に活用されている「低圧・高圧圧力」のデータを中心に取得・分析を行っていくことで推計の精緻化や汎用化が確保できるものと考えられる。

また、併せて、今年度調査では判断できなかった「水冷式・空冷式の別」、「デフロスト」、

「点検頻度・点検方法」についても評価の必要性、可能性についても検討していくことが望ましいと考えられる。

表 3.1-1 温暖化対策効果に寄与する因子候補

	フ	電	候補因子	影響想定	影響度 (想定)	設定 可能性	来年度デ ータ取得 可能性
基本因子	○	—	冷媒使用量	・冷媒使用量が漏えい量を規定する	◎	◎	○
	—	○	消費電力・ 消費電力量	・機器の消費電力の大きさは基本因子。	◎	◎	○
	—	○	冷凍機負荷率	・負荷率により消費電力量が異なる。	◎	◎	○
	○	△	冷媒種	・使用する冷媒により漏えい時の地球温暖化係数（GWP）が異なる。 ・使用する冷媒により、圧力が異なるため、漏えい度合いが異なることが想定される。	○ ※1	◎ ※1	△
	○	○	機器種類	・大型冷凍機、別置型ショーケース、小型冷蔵冷凍器（内蔵型）といった冷凍空調機器の種類により、フロン漏えい率が異なる ・製品・年代によって電力消費・フロン使用量が異なる。	◎	種類：◎ 製品・年代：△	△
	—	○	業種	・業種により、機器の使用方法（電力使用量）が異なる	◎	◎	○
機器個別因子	—	○	庫内設定温度	・低温設定で冷媒への負荷（消費電力量）が増加する。	◎	○ ※2	○
	—	○	外気温度	・地域・季節等が影響する。温度が高くなると冷媒への負荷が増加する。	◎	○ ※2	○
	—	○	店内温度	・ショーケースの負荷に影響を与える。	○	○ ※2	○
	—	○	液冷媒温度	・温度変化でフロン漏えいを検知できる。 （結果因子の可能性あり）	※3	※2	△
	—	○	吸入温度・ 吐出温度	・設定温度で電力消費が異なる。 （結果因子の可能性あり）	○	※2	△
	△	○	水冷式・空 冷式の別	・冷媒の使用量（封入量）に影響する。 （ただし、因子としては使用量に集約される可能性がある。）	※3	※3	※3
	△	○	低圧圧力・ 高圧圧力	・温度変化でフロン漏えいを検知できる。 （結果因子の可能性あり）	○	※4	※4
	—	○	デフロスト	・デフロストの方式・設定により、電力使用量が異なる。	△	※3	※3
△	△	点検頻度・ 点検方法	・点検頻度や点検方法により、フロン漏えい量が異なる可能性がある。	※3	※3	※3	

基本因子：影響があることが把握されており、基本的に分類・設定が必要と考えられる因子

機器個別因子：機器ごとに変数として働く可能性のある因子

<凡例>

フ：フロン漏えいに関与する因子、電：電力使用量に関与する因子

◎：影響が非常に大きいもの、または可能性が非常に高いもの

○：影響があるもの、または、可能性が高いもの

△：影響があるが小さいもの、または、可能性が高くないもの

<注釈>

注：上記のほか、フロン漏えい検知の因子として「フラッシュガス」、「電磁弁稼働率・開度」が挙げられるが、能動的に設定可能な因子ではないため、結果因子と捉え、上

記に含めていない。

- ※1：使用する冷媒の圧力差による影響については評価していない。
- ※2：理論値による設定の可能性が考えられる。
- ※3：現時点では、判断できない。来年度の設計時や取得データから判断することが想定される。
- ※4：圧力データは漏えいの判断に活用されているものの、データが得られない可能性もあり、設定の可能性、来年度データ取得可能性は未定。

3.2 温暖化対策効果分析評価手法案の策定

フロン漏えい検知システムの導入効果を見える化するために、フロン漏えい検知システム及び適用先機器種類に寄らない統一的な温暖化対策効果分析評価手法の素案となるものを検討する。なお、今年度は、小売業（スーパーマーケット等）における別置型ショーケースの例を中心に検討を進め、他業種・他の冷凍機器等への展開の検討をおこなった。

3.2.1 特定の条件下での分析評価手法検討

(1) 代表的な導入モデルの設定

冷凍空調機器は、規模や使用技術、利用形態等により様々な導入モデルが想定される。本年度は、まずは、フロン漏えい率、国内のフロン類排出量、普及台数等を鑑み、代表的なモデルケースとして、業務用冷凍空調機器の使用時の漏えい量の約半分を占め、フロンの漏えい率も年16%¹と高い、別置型ショーケースを対象とした（ケース設定は表3.2-1）。

ケースとしては、ベースとなる検知システム未設置（ケースA）と対策を実施する検知システム設置（ケースB）を設定し、ケースAとケースBを比較することで評価する。

表 3.2-1 ケースの設定

使用機器	ケース	ケースの想定
別置型 ショー ケース	A. 検知システム未設置	<ul style="list-style-type: none"> ・冷媒充填後、冷媒漏えい量が60%になったところ（45か月目）で気づき、46か月目に冷媒を充填するものとする。 ・冷媒充填後（補修を実施）のフロン漏えい率は1年目を6.67%とし、段階的に6.67%/年が加算されていくと想定。（1年目：6.7%/年、2年目：13.3%、3年目：20.0%、4年目：26.7%）。 ・フロンを最初に100%充填。（※補修を実施）
	B. 検知システム設置	<ul style="list-style-type: none"> ・日冷工が指標としている30%での検知とする。（※次年度実証事業においては、検知システムメーカーの仕様で示す冷媒漏えい率の検知下限まで使用を続ける） ・検知レベル到達後に冷媒漏えい補修及びフロン100%充填を行う（補修を実施）。 ・その後は下記表3.2-2条件を想定して5年目まで使用を続ける。

¹ 産構審 化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会 中環審地球環境部会 フロン類等対策小委員会 第4回合同会議 資料1「冷凍空調機器の冷媒管理のための政策のあり方について」

【補足】漏えい率の設定について

当初、別置型ショーケースの漏えい率を 16%/年で一定としていたが、徐々に漏えい率が高まっていくほうがより実態に即しているのではないかという現場サイドの意見があったため、冷媒充填後（補修を実施）のフロン漏えい率は1年目を6.67%とし、段階的に6.67%/年が加算されていくと想定した（1年目：6.7%/年、2年目：13.3%、3年目：20.0%、4年目：26.7%）

漏えい発見時（検知器未設置時（ケース A）、45 か月目）の総漏えい量は60%となり、年平均は16%/年となる。

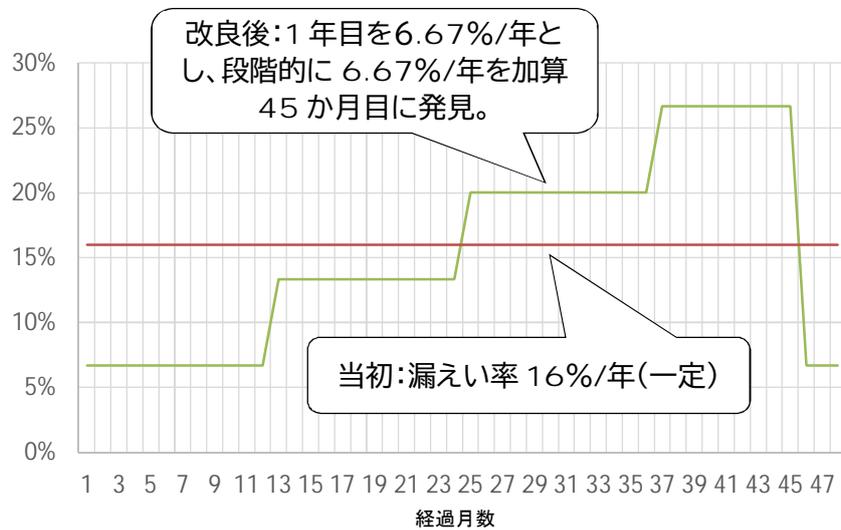


図 3.2-1 経過月数と年間換算漏えい率の関係 (ケース A)

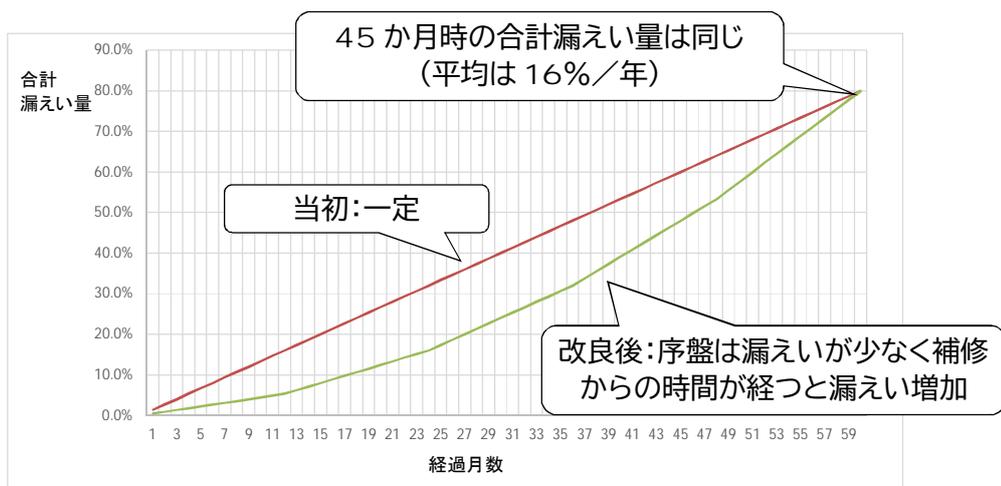


図 3.2-2 経過月数と合計冷媒漏えい量の関係 (ケース A)

(2) 評価の前提条件の設定

ここまでの調査を踏まえ、既設機器へのフロン漏えい検知システムの取り付けが最も有効な機器は、①フロン漏えい率が高い、②導入設置台数が多い、③耐用年数以上使用するケースが多い、といった要件・環境を有する機器と判断し、今年度の実証実験において、まずは小売業（スーパーマーケット等）を想定することとした。その際の前提となる条件設定を表 3.2-2 に記載する。

表 3.2-2 評価の前提条件

項目	内容	根拠等
評価対象期間	5年間	過去の検討知見から概ね3～5年程度でショーケースユーザーはフロン充填すると想定
想定する業種	小売業（スーパーマーケット等）	別置型のショーケースが設置されている典型的な業種であるため
想定する冷凍機	一般的に使用されている冷凍機の規模	後述の2.2.2 実証実験の項に記載
想定する使用冷媒	R404-A	スーパー小売りの冷凍機で一般的に使用されているHFCの冷媒であるため

3.2.2 消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフ作成のための実証実験

冷媒フロン類の漏えいによる電力使用量の増加を評価するために、消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフの作成は必要不可欠である。しかし、その相関関係について調査した事例は少ないため、ここでは、実証実験による独自のファクトデータを取得し、その相関関係を明らかにした。

3.2.2.1 実験方法

(1) 実験の概要

冷凍機の代替フロン漏えいに対する電力使用増加量を観察するため、①封入したフロンを10%ずつ抜き取り、②電力使用量の測定をおこない、①②を繰り返して、消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関関係を把握する。

屋外機器・屋内機器ともに実験室に設置し、実験室内温度を空調機・暖房器具等で一定に保つことで定常運転状態とし、冷凍機の消費電力を測定することでフロン漏えいによる電力量増加を評価する。

(2) 実験機構成

1) 実験機構成イメージ

実験実施にあたっては、屋外機器としてスーパーマーケット等小売りで一般的に使用されている冷凍機を、屋内機器として別置型ショーケース（2台）を用いた。

実験機構成イメージを図 3.2-3 に示す。

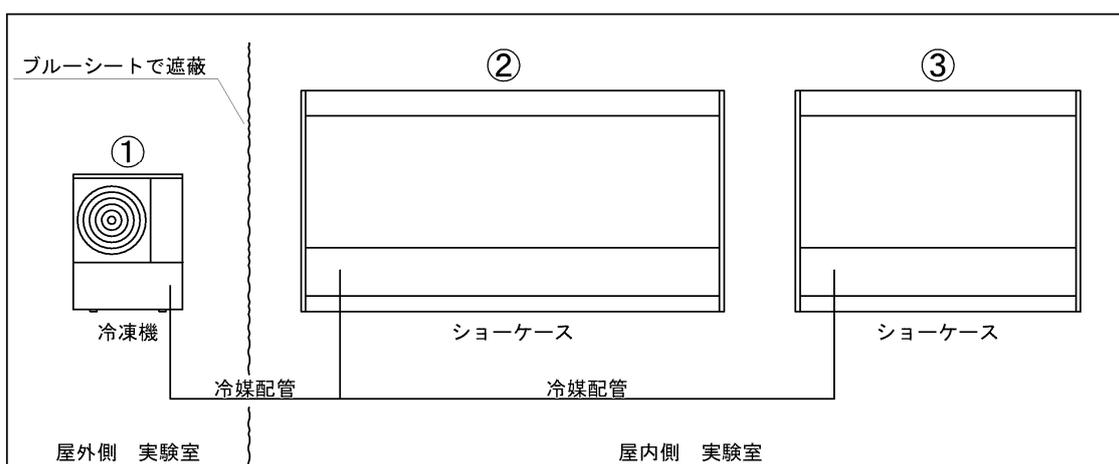


図 3.2-3 実験機設置イメージ

2) 実験機器

実際に使用する実験機器を表 3.2-3 に示す。また、①冷凍機（屋外機）の仕様を表 3.2-4 に、②ショーケースの仕様を 3.2-5 に、③ショーケースの仕様を 3.2-6 に示す。

なお、使用する冷媒は R404A とした。

表 3.2-3 実験機器表

番号	名称	メーカー	型番	備考
①	冷凍機	日立アプライアンス	KX-R5A2	一体空冷型
②	ショーケース	岡村製作所	ULD52M 2089	日配用
③	ショーケース	中野冷機	GA9S56-09	鮮魚用

表 3.2-4 ①冷凍機（屋外機）仕様表

日立アプライアンス KX-R5A2					
電源	3φ 200V 50Hz		設計圧力	高圧側	低圧側
冷媒	R404A			3.0MPa	1.7MPa
温度	蒸発	-10℃	気密試験	3.0MPa	1.7MPa
	外気	32℃	内容積	レシーバ 13.5L	
運転電流	17.0A		冷凍機油	FVC32D	
始動電流	141A		冷凍機油量	1.7L	
消費電力	4.8kW		製品質量	142kg	
電動機 出力	圧縮機	3.7kW	製造番号	U2551075	
	送風機	0.17kW	製造年月	2013年9月	

表 3.2-5 ②ショーケース（屋内機）仕様表

岡村製作所 ULD52M 2089				
	照明	ファンモーター	防露ヒーター	除霜ヒーター
定格電圧	200V	200V	200V	なし
消費電力	708W	88W	38W	なし
冷媒	R404A			
製造番号	JAR-706239			

表 3.2-6 ③ショーケース（屋内機）仕様表

中野冷機 GA9S56-09				
	照明	ファンモーター	防露ヒーター	除霜ヒーター
定格電圧	200V	200V		200V
消費電力	507W	154W		1800W
冷媒	R404A			
製造番号	11T7494			

(3) 測定項目

実験で測定する項目を表 3.2-7 に示す。

表 3.2-7 評価項目表

項目		メーカー	名称	型式
冷凍機側	周囲温度	ナンバ	フロンキーパー	FK-TOP-3
	液冷媒温度			
	吐出温度			
	吸入温度			
	冷媒高圧圧力			
	冷媒低圧圧力			
	電力量			
	フラッシュガス発生率			
	冷媒回収装置	アサダ	エコセーバーTC	エコセーバーTC
	冷媒質量	FUSO	デジタルチャージングスケール	FUSO-50H
ショーケース側	周囲温度	ナンバ	フロンキーパー	FK-TOP-3
	ショーケース庫内温度			

(4) 温度条件

1) 冷凍機周囲温度

冷凍機は実験室内とし、周囲温度は冷凍機の定格運転条件を踏まえ 32℃となるよう空調機・暖房器具でコントロールする。

2) ショーケース周囲温度

ショーケースは実験室内とするが、冷凍機とは別の空間に設置し、周囲温度をスーパーマーケットの一般的な店内温度である 20℃以下となるよう空調機・暖房器具でコントロールする。(データ参考：FoE Japan 首都圏店舗 100 軒調査 報告と提言「冷えすぎ改善で省エネと快適な買い物環境を」)

3) ショーケース側

庫内温度設定は、冷蔵ショーケースの中央的な設定温度となる 5℃とし、2台共通とする。

(5) 実験条件

冷凍機のサイトグラスでフラッシュガスが無くなるまで冷媒を充填し、その冷媒量を適正冷媒量とする。この状態を冷媒量 100%とし、そこから 10%ずつ減少させ、0%まで抜

き取ることによって冷媒量変化による消費電力変化を測定する。冷凍機の必要冷媒量は温度条件や負荷状況によって異なり、実際の設備では安全率を見込み過充填傾向となっている。本実験では条件を揃えることにより、フラッシュガスが発生しない必要最低限の冷媒量を適正量とした。また、本実験ではフロンキーパーを用いてフラッシュガスの監視を行った。

また、冷媒減少により機器に異常をきたすなど、実験の継続が困難となった場合は以降の冷媒抜き取りを中止するとした。

当初の実験条件表を表 3.2-8 に示す。

表 3.2-8 実験条件表（第 1 クール）

番号	冷媒量		採取量	周囲温度	
	封入率	封入量		冷凍機	ショーケース
1	100%	9.00kg	0kg	32℃	20℃以下
2	90%	8.10kg	0.90kg	32℃	20℃以下
3	80%	7.20kg	1.80kg	32℃	20℃以下
4	70%	6.30kg	2.70kg	32℃	20℃以下
5	60%	5.40kg	3.60kg	32℃	20℃以下
6	50%	4.50kg	4.50kg	32℃	20℃以下
7	40%	3.60kg	5.40kg	32℃	20℃以下
8	30%	2.70kg	6.30kg	32℃	20℃以下
9	20%	1.80kg	7.20kg	32℃	20℃以下
10	10%	0.90kg	8.10kg	32℃	20℃以下
11	0%	0.00kg	9.00kg	32℃	20℃以下

なお、第 1 クールの終了後に、冷媒量が過充填傾向にあると判断し、第 2 クールは冷媒量を 8.5kg へと変更して行った。また、冷凍機周囲温度について、冷凍機吸込み温度をより正確に測定するため、センサー設置場所を冷凍機排熱の影響が受けにくい位置へ変更し実験を行った。

表 3.2-9 実験条件表（第2クール）

番号	冷媒量		採取量	周囲温度	
	封入率	封入量		冷凍機	ショーケース
1	100%	8.50kg	0kg	32℃	20℃以下
2	90%	7.65kg	0.85kg	32℃	20℃以下
3	80%	6.80kg	1.70kg	32℃	20℃以下
4	70%	5.95kg	2.55kg	32℃	20℃以下
5	60%	5.10kg	3.40kg	32℃	20℃以下
6	50%	4.25kg	4.25kg	32℃	20℃以下
7	40%	3.40kg	5.10kg	32℃	20℃以下
8	30%	2.55kg	5.95kg	32℃	20℃以下
9	20%	1.70kg	6.80kg	32℃	20℃以下
10	10%	0.85kg	7.65kg	32℃	20℃以下
11	0%	0.00kg	8.50kg	32℃	20℃以下

（6） 実験工程

実験は2クール実施し、第1クールは2022年1月5～12日に、第2クールは1月17～20日に実施した。

表 3.2-10 実験工程表

実験項目	2021年		2022年		
	12月		1月		
実験機及び実験室の準備					
第1クールの実験					
第1クールのまとめ及び考察					
実験方法の見直し修正					
第2クールの実験					
第2クールのまとめ及び考察					
実験結果のまとめ					

3.2.2.2 実験結果

(1) 第1クール実験結果

1) 漏えい量と消費電力の増加に対する関係性

漏えい量と消費電力、冷凍機稼働率の推移をまとめたデータを以下に示す。

表 3.2-11 第1クール実験結果（電力量・冷凍機稼働率）

冷媒漏えい率	冷媒量 [kg]	消費電力 [Wh]	消費電力増加率	冷凍機稼働率	②ケース温度[°C]	③ケース温度[°C]	冷凍機周囲温度[°C]	ケース周囲温度[°C]
0%	9.00	1756	0%	51.7%	3.4	2.6	29.5	21.2
10%	8.10	1866	6%	53.3%	3.5	3.3	31.4	20.8
20%	7.20	2215	26%	63.3%	3.9	3.0	34.4	21.5
30%	6.30	2250	28%	65.0%	3.7	4.9	34.4	21.7
40%	5.40	2491	42%	75.0%	3.7	4.8	33.4	22.9
50%	4.50	3206	83%	96.7%	4.4	6.1	36.0	23.0
60%	3.60	3040	73%	100.0%	10.5	11.7	36.4	22.8
70%	2.70	2463	40%	100.0%	12.9	15.0	18.7	19.2
80%	1.80	2104	20%	95.0%	15.9	16.8	24.6	19.9
90%	0.90	107	-94%	0.0%	17.6	17.8	16.0	19.6
100%	0.00	-	-	-	-	-	-	-

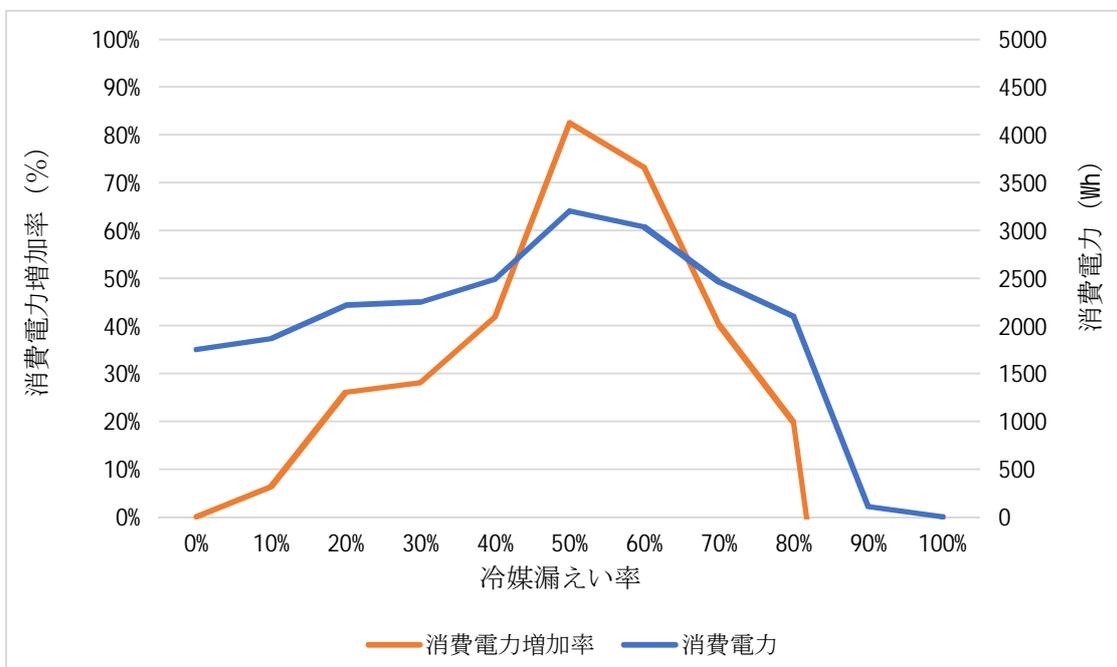


図 3.2-4 第1クール実験結果（電力量・電力量増加率）

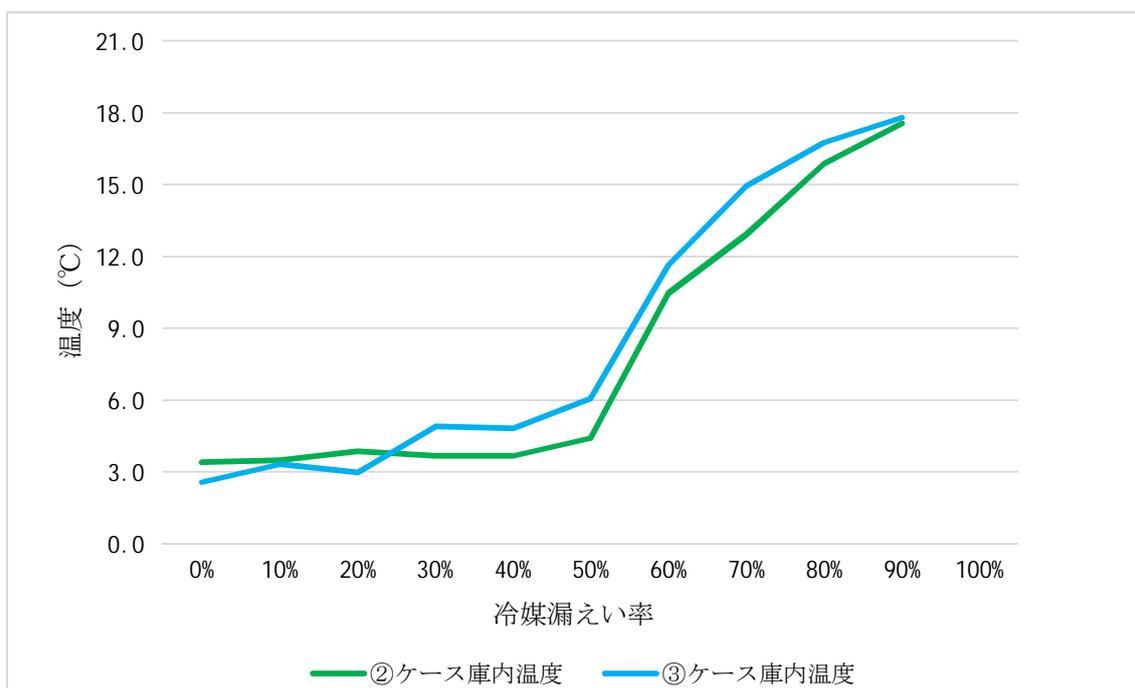


図 3.2-5 第 1 クール実験結果（ケース庫内温度）

消費電力に関しては、冷媒漏えいが進むにつれて増加していくが、冷媒漏えい率 50%の時点がピークとなり、漏えい率 0%時と比較した消費電力増加率は 83%増となった。冷凍機の稼働率においても漏えい率 50%で 96.7%とほぼ連続運転となり、漏えい率 70%まで連続運転が続いている。ケース庫内温度に関しては、漏えい率 50%時では連続運転となりながらも維持できてはいるが、漏えい率 60%時にはケース庫内温度が上昇。漏えい率 70%時には更に冷凍能力が低下した為、消費電力、消費電力増加率が大きく減少し、ケース庫内温度は、温度警報が発報される設定温度+10°Cの 15.0°Cまで上昇した。その後、漏えい率 80%時より、冷凍機は断続運転を始め、稼働率は減少傾向となった。漏えい率 90%の時点で冷凍機異常により停止した。漏えい率 100%においては運転不可のため実施できない結果となった。

また、冷凍機周囲温度については、当初 32°Cを維持する予定であったが、冷凍機からの排熱の影響が想定より大きかった為、冷凍機の連続運転時に上昇、断続運転時に低下となってしまう。このため、第 2 クールには修正冷凍機吸込み温度をより正確に測定するため、センサー設置場所を冷凍機排熱の影響が受けにくい位置へ変更している。

2) 冷媒漏えい判定に伴う数値の推移

冷媒漏えいを判定する際に使用する、フラッシュガス (FG) 発生率、各種温度センサー、圧力センサーの数値をまとめたデータを以下に示す。

表 3.2-12 第1クール実験結果（冷媒漏えい判定数値）

冷媒漏えい率	FG発生率	冷媒液温度[°C]	吐出温度[°C]	吸入温度[°C]	高圧圧力[MPa]	低圧圧力[MPa]
0%	0.0%	36.4	69.9	1.5	2.078	0.155
10%	21.9%	42.1	73.0	4.0	2.044	0.170
20%	44.6%	45.2	74.1	8.2	2.031	0.213
30%	50.6%	43.8	79.3	11.2	1.940	0.202
40%	68.7%	43.7	80.1	11.3	1.948	0.226
50%	96.2%	42.7	87.7	11.2	1.973	0.225
60%	100.0%	38.8	88.9	15.1	1.786	0.123
70%	100.0%	23.9	68.3	14.5	1.195	0.014
80%	94.3%	22.4	94.6	17.3	1.034	0.008
90%	0.0%	31.4	69.2	25.6	0.215	0.149
100%						

フラッシュガスが発生するのは、何らかの影響で冷媒が不足し、冷媒の状態変化が完全に行えていない状況を表している。したがって、冷媒漏えい率10%の時点で、フラッシュガス発生率の増加により、漏えいの可能性があることが判定できる。その他冷媒液温度、吐出温度、吸入温度にも上昇がみられるが、この数値については漏えい率80%時までは、負荷状況やプルダウン運転などの過渡現象も想定されるため、正常値として判断される。その後、漏えい率90%時に冷凍機異常が発生し、吸入温度25.6°C、高圧圧力0.215Mpaと異常値を示している。

（2）第2クール実験結果

1) 漏えい量と消費電力の増加に対する関係性

漏えい量と消費電力、冷凍機稼働率の推移をまとめたデータを以下に示す。

表 3.2-13 第2クール実験結果（電力量・冷凍機稼働率）

冷媒漏えい率	冷媒量[kg]	消費電力[Wh]	消費電力増加率	冷凍機稼働率	②ケース温度[°C]	③ケース温度[°C]	冷凍機周囲温度[°C]	ケース周囲温度[°C]
0%	8.50	1850	0.0%	55.0%	4.1	3.3	29.6	20.1
10%	7.65	1982	7.1%	58.3%	4.3	3.3	31.8	20.8
20%	6.80	2153	16.4%	61.7%	4.7	4.2	30.7	20.2
30%	5.95	2628	42.0%	75.0%	4.6	4.3	31.9	21.0
40%	5.10	3073	66.1%	90.0%	4.5	4.2	31.5	20.4
50%	4.25	3185	72.1%	100.0%	7.0	8.6	32.1	19.4
60%	3.40	2928	58.2%	100.0%	12.0	13.6	31.5	20.5
70%	2.55	682	-63.2%	25.0%	19.4	20.3	30.6	21.2
80%	1.70	-	-	-	-	-	-	-
90%	0.85	-	-	-	-	-	-	-
100%	0.00	-	-	-	-	-	-	-

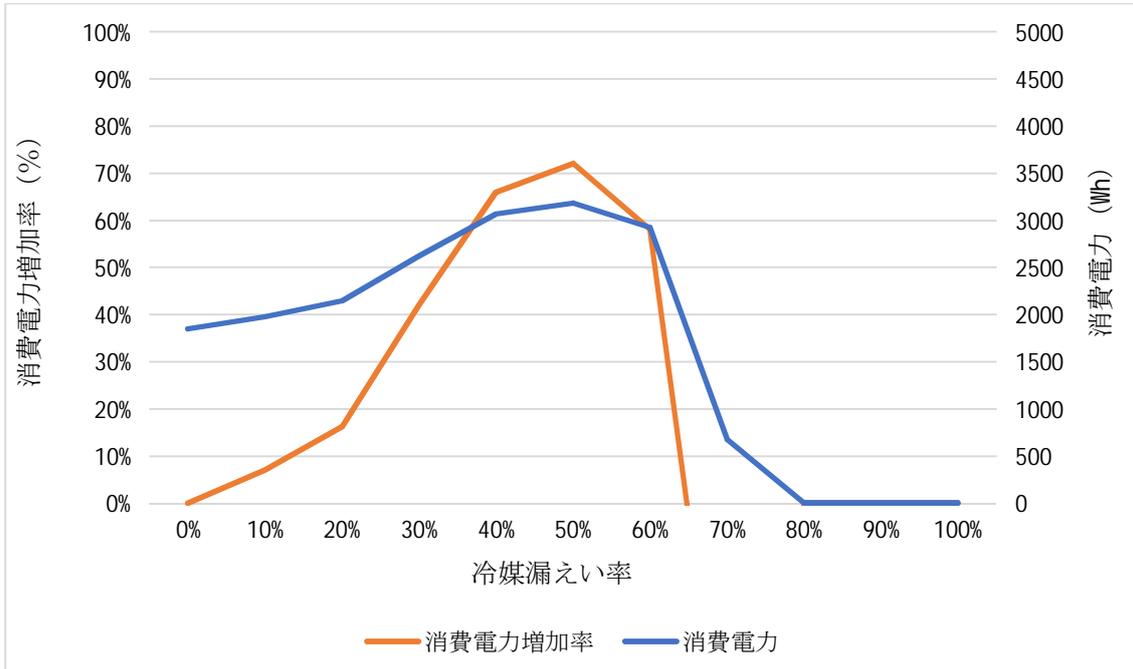


図 3.2-6 第 2 クール実験結果 (電力量・電力量増加率)

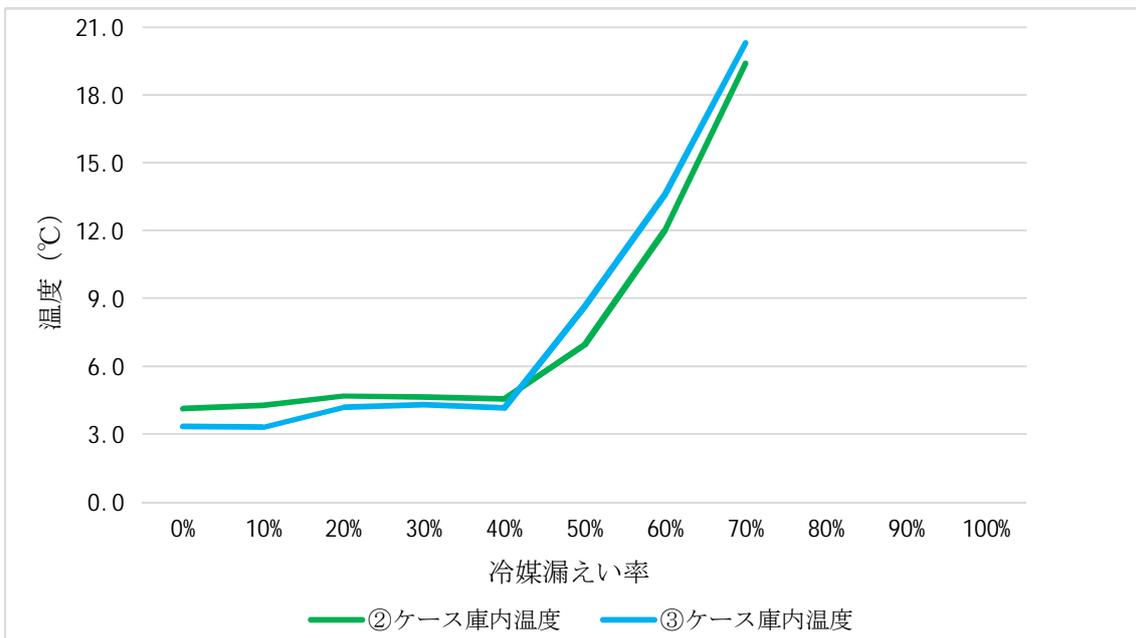


図 3.2-7 第 2 クール実験結果 (ケース庫内温度)

第 1 クールと比較して、早い段階で連続運転、断続運転、冷凍機停止へと移行した。
 消費電力に関しては、第 1 クールと同様に冷媒漏えい率 50%の時点がピークとなったが、
 漏えい率 0%時と比較した消費電力増加率は 72.1%増と、第 1 クールと比較すると 11%の差が

あった。ケース庫内温度に関しては、漏えい率 50%時で徐々に上昇が見られ、漏えい率 60%時に大きく上昇した。さらに、漏えい率 70%時に設定温度+10℃を越え、温度警報が発報される状況となったのは第 1 クールと同様であった。

第 1 クールの課題であった冷凍機周囲温度については、大きく変動することは無く、平均で 31.2℃と目標数値とほぼ同様となった。

2) 冷媒漏えい判定に伴う数値の推移

冷媒漏えいを判定する際に使用する、フラッシュガス (FG) 発生率、各種温度センサー、圧力センサーの数値をまとめたデータを以下に示す。

表 3.2-14 第 2 クール実験結果 (冷媒漏えい判定数値)

冷媒漏えい率	FG 発生率	冷媒液温度[℃]	吐出温度 [℃]	吸入温度 [℃]	高圧圧力 [MPa]	低圧圧力 [MPa]
0%	0.0%	39.5	71.3	6.6	2.100	0.176
10%	22.0%	44.0	76.2	10.0	2.079	0.197
20%	51.8%	44.6	77.4	9.5	2.058	0.217
30%	69.2%	44.3	82.2	11.8	2.064	0.251
40%	88.0%	43.0	86.0	12.5	2.022	0.259
50%	100.0%	39.6	81.4	15.8	1.888	0.196
60%	100.0%	35.0	87.2	18.0	1.658	0.113
70%	23.6%	27.4	58.8	22.0	1.002	0.713
80~100%	-	-	-	-	-	-

冷媒漏えい判定数値の推移については、冷凍機断続運転前である漏えい率 60%までフラッシュガス発生率以外は正常運転の範囲内となっている。漏えい率 70%時では圧縮機が異常加熱により停止しており、吸入温度 22℃、低圧圧力 0.71Mpa と数値が大きく乱れている。

3.2.2.3 実験考察

(1) 消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関について

冷凍機の冷媒漏えいが発生すると、冷媒量が減少すると共に冷却能力が低下する。同じ冷凍機の運転では同じ温度まで下げる事が出来なくなるため、冷凍機は長時間稼働せざるを得ず、運転稼働率、運転時間が増加し、消費電力量が増加していくという結果となった。今回の試験において、83%といった消費電力量の最大上昇幅が計測されたが、稼働状況や冷凍機個体により多少の増減があると予想される。冷凍能力に関しては、漏えい率 50%までは電力増加はみられたが、ケース庫内温度を維持し、正常運転を保っていた。漏えい率が 50%を超えた辺りで、ケース庫内温度の上昇傾向がみられ、正常運転とは言い難い結果であり、ユーザーでも異常に気付くレベルとなっている。したがって、相関グラフを作成するならば 0~50%が望ましいのではないかと考えられる。

(2) 冷媒漏えい把握について

本実験において、漏えい率 50%程度までは、電力増加はみられたものの、フラッシュガス発生率以外は正常運転の範囲内となっており、各冷媒温度、圧力のみで異常を判定することは非常に困難であり、最終的な判定は人の介入に頼らざるを得ないと考えられる。したがって、IoT 技術を活用したフロン検知システムを設置していない場合、冷媒漏えいが発覚するのは、温度警報が発報される設定温度+10℃を越えた漏えい率 70%程度ないしは、その手前のいずれも 5～9℃上昇がみられた 60%程度での漏えい時と想定される。

なお、本実験で使用したフラッシュガス発生率を取得できる機器 (IoT 技術を活用したフロン漏えい検知システム) に関しては、漏えい率およそ 10%程度での検知が可能であった。

3.2.2.4 実験状況の写真【参考】



図 3.2-8 実験機画像 (左から①, ②, ③)



図 3.2-9 測定機器画像

(左からフロンキーパー, エコセーバーTC, デジタルチャージングスケール)



図 3.2-10 実験の様子

3.2.3 フロン漏えい検知システムの稼働条件の設定

次に既設機器にフロン漏えい検知システムを設置した場合の想定条件を検討した。フロン漏えい検知システムの想定条件を表 3.2-3 に示す。

表 3.2-15 フロン漏えい検知システムを設置した場合の想定条件

条件項目	内容
検知タイミング	・日冷工が指標としている 30%での検知とする。
検知後の処置	・フロンを 100%充填 ・フロン漏えい箇所の補修
検知後の補修処置後のフロン漏えい速度	・冷媒充填後（補修を実施）のフロン漏えい率は1年目を 6.67%とし、段階的に 6.67%/年が加算されていくと想定。 (1年目：6.7%/年、2年目：13.3%、3年目：20.0%、4年目：26.7%)。 ・検知後、補修により、漏えい量は 6.67%/年に戻り、上記同様 2年目から段階的に 6.67%/年が加算されていくと設定（上記同様）。

また、フロン漏えい検知システムを設置した場合の経過月と漏えい量の関係を示したものを図 3.2-11 に示す。



図 3.2-11 フロン漏えい検知システムを設置した場合の経過月と漏えい量の関係

3.2.4 統一的な評価手法（素案）の作成

ここでは、ここまでの検討を踏まえて、統一的な評価手法（素案）をとりまとめる。また、作成にあたって明らかとなった精度向上に向けた課題を整理し、次年度の評価検証事業での対応を検討する。

（1）実証実験を踏まえた消費電力増加率と冷媒漏えい率の関係の設定

上記 3.2.2 の実証実験を踏まえて、消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関式を設定する。実証実験では、図 3.2-12 に示すように、漏えい率 50%までは冷媒漏えい率が増加するに従い消費電力も増加する関係であった。漏えい率 50%以上では、少しずつ冷凍能力の低下がみられ、消費電力増加率も減少する結果が得られた。また、50%以上でケース庫内温度上昇もみられ、正常運転の範囲外と考えられた。

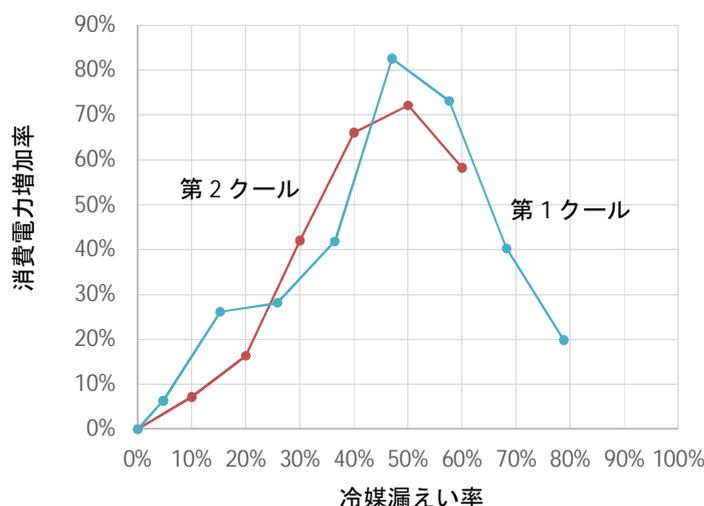


図 3.2-12 実証実験で得られた消費電力増加率と冷媒漏えい率の関係

この結果を踏まえ、統一的な評価における消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関式は 0～50%の間で増加、50%以上は 50%の消費電力増加率で一定となると設定した。図 3.2-5 に実証実験の結果と統一的な評価における関係式を、図 3.2-13 に統一的な評価で用いる冷媒漏えい率と消費電力増加率の関係を示す。

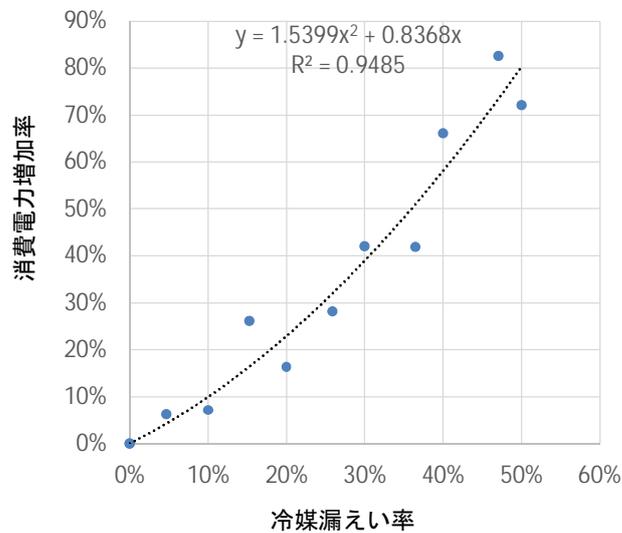


図 3.2-13 実証実験の結果と統一的な評価における関係式 (0~50%) の設定

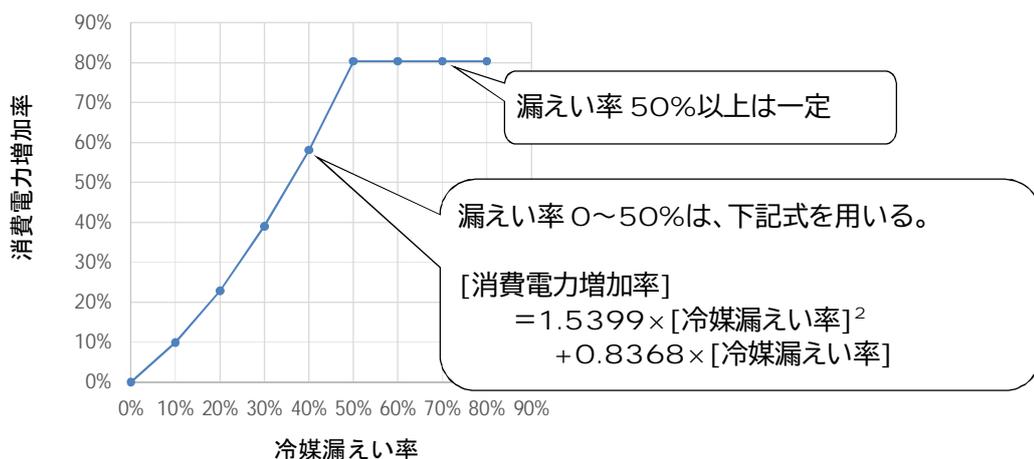


図 3.2-14 統一的な評価で用いる冷媒漏えい率と消費電力増加率の関係

(2) 冷媒漏えい量の比較

3.2.1 および 3.2.3 で設定した条件を用いて、ケース A およびケース B における経過月数と漏えい割合の関係を示したものを図 3.2-15 に示す。対象期間である 5 年間の冷媒漏えい量の合計は、検知システム未設置のケース A で 70.0% (総漏えい量)、検知システム設置ありのケース B で 60.0% (総漏えい量) となり、検知システムを設置し、メンテナンスを実施することにより、14%の冷媒漏えいの削減できると推計される (温室効果ガスである HFC の排出量が 14%削減される)。

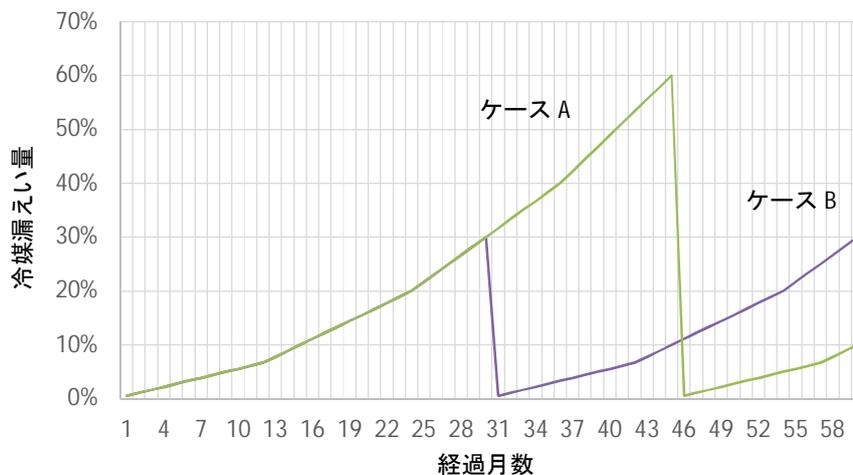


図 3.2-15 経過月数と冷媒漏えい量の関係

(3) 電力増加量の比較

上記(1)および(2)で設定した条件を用いて、ケース A およびケース B における経過月数と電力増加量の関係を示したものを図 3.2-16 に示す。対象期間である 5 年間の電力増加量(冷媒漏えい 0% (=冷媒充填 100%) の場合の電力消費量を 1.00 とする)の平均は、検知システム未設置のケース A で 1.24 (24%増加)、検知システム設置ありのケース B で 1.14 (14%増加) となり、検知システムを設置し、メンテナンスを実施することにより、期間全体で 9%の消費電力量を削減できる。また、9%の消費電力削減であることから、CO2 排出量も同様に 9%削減できるということになる。

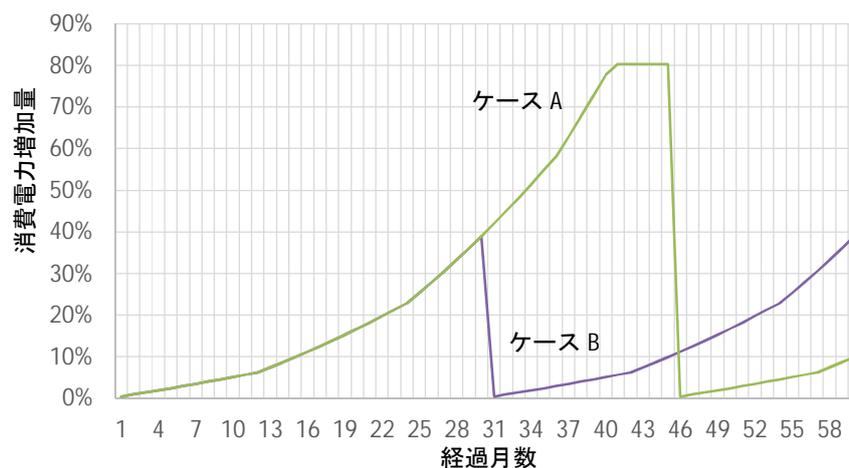


図 3.2-16 経過月数と電力増加量の関係

(4) 小売業（スーパーマーケット）を対象とした試算

ここまでで作成したデータを用いて、具体的な推計が可能か確認するため、一般的なスーパーマーケットをモデルケースとして、仮試算をおこなった。その際の、仮試算条件を表 3.2-16 に示す。なお、本試算における条件は十分に精査できていないことから、来年度以降に精査することが求められる。

表 3.2-16 仮試算条件

項目	概要
対象業種	小売業（スーパーマーケット）
延床面積	1000m ² （中規模）
冷凍機・ショーケース等	（別置型ショーケース）
各機器の出力	総出力 140kW （20kW×7台）
COP	2.5
消費電力	56kW
平均負荷率	75%
稼働時間	8760 時間/年
年間消費電力量 （冷凍機関連）	368 千 kWh/年
冷媒使用量（充填量）	140kg（仮として、1 kg/kW で推計）
使用冷媒	R404-A（GWP：3920）
年平均冷媒漏えい率	16%
電力排出係数	0.453 kgCO ₂ /kWh（代替値 R2 年度実績）
電力料金	18 円/kWh

上記から推計される仮試算結果を表 3.2-17 に示す。電力削減による CO₂ 削減量は 14.3t-CO₂/年、冷媒漏えい防止による HFC 削減量は 11.0t-CO₂ 換算/年となった。なお、上記同様、本試算における条件は十分に精査できていないことから、来年度以降に精査することが求められる。

表 3.2-17 システム設置による効果の仮試算結果

項目	概要
電力削減量	31,475 kWh/年 （冷凍設備の消費電力の 9%の削減）
電力削減による CO ₂ 削減量	14.3t-CO ₂ /年 （9%の削減）
HFC 削減量 / CO ₂ 換算削減量	2.8kg/年 / 11.0t-CO ₂ eq./年 （14%の削減）
合計 CO ₂ 換算削減量 （電力+HFC）	25.2t-CO ₂ eq./年 （10.4%の削減）
電力料金の削減	567 千円/年 （9%の削減）

(5) 他業種への展開方法の検討

(4) では、一般的なスーパーマーケットを対象とした試算を行ったが、ここでは、それを踏まえ、他業種への展開の検討をおこなう。

まず、展開を検討する業種は表 3.2-18 に示すものを対象とした。

表 3.2-18 展開を検討する業種・冷凍機器等

	業種
展開先	食品製造業（食品工場）
	冷蔵倉庫
	小売業（スーパーマーケット以外）
(参考) 展開元	小売業（スーパーマーケット）

1) 食品製造業

食品製造業（食品工場）へ展開する際の稼働条件・推計条件を表 3.2-19 に示す。現時点では食品製造業（食品工場）に対応した個別の推計条件の設定はできていないため、来年度、検討・設定していく必要がある。

表 3.2-19 食品製造業（食品工場）の仮稼働条件・仮推計条件

項目	概要	今年度モデル（小売り）との違い
対象業種	食品製造業（食品工場）	—
冷凍機・ショーケース等	中規模冷凍機想定 （冷却場所は来年度詳細設定が必要）	あり
未設置時の漏えい把握	冷媒充填後、冷媒漏えい量が 60%になったところで把握。	未把握
設置時の漏えい把握	冷媒充填後、冷媒漏えい量が 30%になったところで把握。	未把握
評価対象期間	5 年	異なる可能性あり
フロン漏えい速度	冷媒充填後（補修を実施）のフロン漏えい率は1年目を 6.67%とし、段階的に 6.67%/年が加算されていく （※現時点では小売モデルと同じとする）	異なる可能性あり
冷媒漏えい率と消費電力増加率の相関式	小売モデルと異なる設定の可能性あり。 （※現時点では小売モデルとする）	異なる可能性あり
平均負荷率	小売モデルと異なる。 （※現時点では小売モデルとする）	異なる可能性あり
稼働時間	小売モデルと異なる。 （※現時点では小売モデルとする）	異なる可能性あり
冷媒使用量	1kg/kW （※現時点では小売モデルと同じとする）	未把握
使用冷媒	R404-A（GWP：3920） （※現時点では小売モデルと同じとする）	未把握
年平均冷媒漏えい率	16% （※現時点では小売モデルと同じとする）	あり（冷凍機の違いによる）
その他留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・工場の運用形態や冷却場所がバリエーションに富んでいると考えられるため、標準設定化が重要。 ・対象にできない古い冷凍機や HCFC を利用している機器も考慮する必要があると思われる。 	

2) 冷蔵倉庫

冷蔵倉庫へ展開する際の稼働条件・推計条件を表 3.2-20 に示す。現時点では冷蔵倉庫に対応した個別の推計条件の設定はできていないため、来年度、検討・設定していく必要がある。

表 3.2-20 冷凍倉庫の稼働条件・推計条件

項目	概要	今年度モデル (小売)との違い
対象業種	冷蔵倉庫	—
冷凍機・ショーケース等	中大型冷凍機 (冷却場所は倉庫)	あり
未設置時の漏えい把握	冷媒充填後、冷媒漏えい量が 60%になったところで把握。	未把握
設置時の漏えい把握	冷媒充填後、冷媒漏えい量が 30%になったところで把握。	未把握
評価対象期間	5 年	なし
フロン漏えい速度	冷媒充填後 (補修を実施) のフロン漏えい率は 1 年目を 6.67% とし、段階的に 6.67%/年 が加算されていく (※現時点では小売モデルと同じとする)	異なる可能性あり
冷媒漏えい率と消費電力増加率の相関式	小売モデルと異なる設定の可能性あり。 (現時点では小売モデルとする)	異なる可能性あり
平均負荷率	小売モデルと異なる設定の可能性あり。 (現時点では小売モデルとする)	異なる可能性あり
稼働時間	小売モデルと異なる設定の可能性あり。 (現時点では小売モデルとする)	異なる可能性あり
冷媒使用量	1kg/kW (※現時点では小売モデルと同じとする)	未把握
使用冷媒	R404-A (GWP : 3920) (※現時点では小売モデルと同じとする)	未把握
年平均冷媒漏えい率	16% (※現時点では小売モデルと同じとする)	あり (冷凍機の違いによる)
その他留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・ C 級と F1,2 級、F3,4 は稼働条件・推計条件を分けるか検討する必要がある。 ・ 対象にできない古い冷凍機や HCFC を利用している機器も多いと思われる。 	

3) 小売業（スーパーマーケット以外）

小売業（スーパーマーケット）から小売業（スーパーマーケット以外）へ展開する際の稼働条件・推計条件を表 3.2-21 に示す。現時点ではスーパーマーケットと異なる推計条件の設定はできていないため、来年度、検討・設定していく必要がある。

表 3.2-21 小売業（スーパーマーケット以外）の稼働条件・推計条件

項目	概要	今年度モデル (小売り)との違い
対象業種	小売業（スーパーマーケット以外）	—
冷凍機・ショーケース等	—	なし
未設置時の漏えい把握	—	なし
設置時の漏えい把握	—	なし
評価対象期間	—	なし
フロン漏えい速度	—	なし
冷媒漏えい率と消費電力増加率の相関式	—	なし
平均負荷率	小売（スーパーマーケット）モデルと異なる可能性がある。 (※現時点では同じモデルとする)	異なる可能性あり
稼働時間	小売（スーパーマーケット）モデルと異なる可能性がある。 (※現時点では同じモデルとする)	異なる可能性あり
冷媒使用量	—	なし
使用冷媒	—	なし
年平均冷媒漏えい率	—	なし
その他留意点	・どこまで細分化するかを検討が必要である。	

(6) 精度向上に向けた課題

異なる技術・規模等の環境下にある既設機器への汎用的な展開を踏まえた精度向上に向けた課題および来年度の評価検証事業での対応案を表 3.2-22 に整理した。これらについては、来年度の評価検証事業において具体的に検討していくことが望まれる。

表 3.2-22 精度向上に向けた課題と来年度の対応案

項目	課題	課題解決案と来年度の対応案
消費電力と漏えい率の関係式	<ul style="list-style-type: none"> 消費電力増加率と冷媒漏えい率の関係式は小売業（スーパーマーケット等）を対象とした実証実験結果を用いている。 	<ul style="list-style-type: none"> 来年度の実証実験では異なる業種（食品工場）を想定する。 併せて、実証実験を行わない業種の設定方法（推計方法）を検討する。
冷凍機負荷（冷凍機稼働率）	<ul style="list-style-type: none"> 現場における冷凍機負荷の考え方（冷凍機の稼働率）を整理する必要がある（充填率 100%時の稼働率）。 冷凍機の COP の設定方法。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して設定の方法を検討する。 調査により設定する。
電力量増加が最大となる漏えい率	<ul style="list-style-type: none"> 電力増加量が最大となる漏えい率の設定。（冷凍機負荷との関係もありうる） 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して設定の方法を検討する。
検知レベル	<ul style="list-style-type: none"> 検知器を設置した際の検知レベルの設定の妥当性（デフォルトは日冷工の 30%としているが、製品によっては 10%で把握可能なものもある。） 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して設定の方法を検討する。
	<ul style="list-style-type: none"> 既存の検知システムでは、通常の過剰封入の場合には 30%漏えいの検知（日冷工基準）が難しい可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して設定の方法を検討する。
	<ul style="list-style-type: none"> 検知システム未設置の場合（なにもしない場合）の検知（発見）漏えい率を 60%と設定しており、業種間なども含めて、その妥当性を引き続き検討する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して設定の方法を検討する。
温度影響パラメータ	<ul style="list-style-type: none"> 温度影響パラメータの設定。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して設定の方法を検討する。
圧力パラメータ	<ul style="list-style-type: none"> 圧力パラメータの影響の検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業等を通して検討する。
フロン充填量	<ul style="list-style-type: none"> フロン充填量の 100%の設定方法（現場レベルの充填量 100%は、ぎりぎりではなく、バッファータを持たせた少し多めの量となっているため、基準設定が必要。） 	<ul style="list-style-type: none"> フロン充填量を把握・分析し、整理する。
	<ul style="list-style-type: none"> 各機器規模に対する一般的なフロン充填量の設定。 	<ul style="list-style-type: none"> 調査により設定する。
冷媒漏えい率	<ul style="list-style-type: none"> 漏えい率の設定（6.67%/年加算方式の妥当性検討）。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業による現場の状況等も踏まえて、必要に応じて設定方法の変更を行う。
影響因子の考慮	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 で検討した因子をどこまで考慮するか（できるか）不明である。 重要と考えられても、網羅的には検証や設定できないものもあると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 評価検証事業も含め、来年度事業を通して検討する。 「水冷式・空冷式の別」、「デフロスト」、「点検頻度・点検方法」についても評価の必要性、可能性について検討する。

3.3 温暖化対策効果分析評価手法素案の汎用性に関する考察

3.3.1 代替フロンの漏えい量及び温室効果ガス排出量の試算

ここでは、第2章の市場調査結果、3.2の試算を踏まえ、フロン漏えい検知システム設置可能性のある対象機器を想定して、代替フロンの漏えいに基づく温室効果ガス排出量を試算する。

(1) 推計区分

推計区分に関して、大分類として、3.2で設定した小売業、食品製造業（食品工場）、冷蔵倉庫業とする。細区分（中分類よりも小さい区分）については、現時点ではデータが得られないこともあり、来年度検討することとする。表3.3-1に推計区分と個別機器の推計方法、全国値の設定を示す。

表 3.3-1 推計区分と個別機器の推計方法、全国値の設定

大分類	小売業	食品製造業 (食品工場)	冷蔵倉庫業
中分類	来年度検討		
機器の稼働条件・推計条件	3.2で設定した稼働条件・推計条件（表3.3-2参照）		
全国値（出力・台数等）の設定	第2章で推計した出力・台数を利用する。	冷凍食品協会調べ※1の200千kW（2019）を利用する。	第2章で推計した出力・台数を利用する。

※1：「一般社団法人日本冷凍食品協会冷凍食品業界における第二次環境自主行動計画」2019年度フォローアップ調査結果（注：自然冷媒やHCFCとHFCを分けたデータが存在するが、今年度は一旦すべてを含んだデータを利用することとする。）

表 3.3-2 稼働条件・推計条件

項目	小売業	食品製造業 (食品工場)	冷蔵倉庫業
想定冷凍機・ショーケース	別置型ショーケース	中規模冷凍機	中大型冷凍機
検知器設置なしの漏えい発見漏えい率	60%	60%	60%
検知器設置ありの漏えい発見漏えい率	30%	30%	30%
冷媒漏えい率と消費電力増加率の相関式	3.2で設定した小売業モデル	3.2で設定した小売業モデル	3.2で設定した小売業モデル
COP	2.5	2.5	2.5
平均負荷率	75%	75%	75%
稼働時間	8760時間/年	8760時間/年	8760時間/年
冷媒使用量（充填量）	1kg/kW	1kg/kW	1kg/kW
使用冷媒	R404-A（GWP：3920）	R404-A（GWP：3920）	R404-A（GWP：3920）
年間平均冷媒漏えい率	16%	16%	16%
COP	2.5	2.5	2.5

項目	小売業	食品製造業 (食品工場)	冷蔵倉庫業
電力排出係数	0.453 kgCO ₂ /kWh (代替値 R2 年度実績)	0.453 kgCO ₂ /kWh (代替値 R2 年度実績)	0.453 kgCO ₂ /kWh (代替値 R2 年度実績)
検知器導入による冷媒削減割合	14%	14%	14%
検知器導入による電力削減割合	8.6%	8.6%	8.6%

※現時点では、全体として仮設定。来年度詳細検討が必要である。

また、ポテンシャルの上限を確認するため、HFC 排出量からのトップダウン推計も検討する。こちらの推計区分は別置型ショーケース、その他中型冷凍冷蔵機器、大型冷凍機を対象とする。

表 3.3-3 推計区分と個別機器の推計方法、全国値の設定

(HFC 排出量からのトップダウン推計)

大分類	別置型 ショーケース	その他中型 冷凍冷蔵機器	大型冷凍機
機器の稼働条件・推計条件	3.2 で設定した稼働条件・推計条件 (表 3.3-4 参照)		
全国値 (出力・台数等) の設定	・使用時 HFC 漏えい量 (2020 年 BAU 推計) ※1、 漏えい割合、台数から算出		

※1 出典：産構審 化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会 中環審地球環境部会 フロン類等対策小委員会 第4回合同会議 資料1 「冷凍空調機器の冷媒管理のための政策のあり方について」

表 3.3-4 稼働条件・推計条件

項目	別置型 ショーケース	その他中型 冷凍冷蔵機器	大型冷凍機
検知器設置なしの漏えい発見漏えい率	60%	60%	60%
検知器設置ありの漏えい発見漏えい率	30%	30%	30%
冷媒漏えい率と消費電力増加率の相関式	3.2 で設定した小売業モデル	3.2 で設定した小売業モデル	3.2 で設定した小売業モデル
COP	2.5	2.5	2.5
平均負荷率	75%	75%	75%
稼働時間	8760 時間/年	8760 時間/年	8760 時間/年
冷媒使用量 (充填量)	1 kg/kW	1 kg/kW	1 kg/kW
使用冷媒	R404-A (GWP : 3920)	R404-A (GWP : 3920)	R404-A (GWP : 3920)
年間平均冷媒漏えい率	16%	15%	9.5%
COP	2.5	2.5	2.5
電力排出係数	0.453 kgCO ₂ /kWh (代替値 R2 年度実績)	0.453 kgCO ₂ /kWh (代替値 R2 年度実績)	0.453 kgCO ₂ /kWh (代替値 R2 年度実績)
検知器導入による冷媒削減割合	14%	14%	14%
検知器導入による電力削減割合	8.6%	8.6%	8.6%

※現時点では、全体として仮設定。来年度詳細検討が必要。

(2) 各推計区分における代替フロンの漏えい量及び温室効果ガス排出量の試算結果

各推計区分における検知システム導入による代替フロンの漏えい量の削減およびそれによる温室効果ガス排出量削減の仮試算結果（全国値）を表 3.3-5 に示す。加えて、HFC 排出量からのトップダウン推計の仮試算結果についても表 3.3-6 に示す。

表 3.3-5 各推計区分における代替フロンの漏えい量の削減とそれによる温室効果ガス排出量削減の仮試算結果（全国値）

推計区分	小売業	食品製造業 (食品工場)	冷蔵倉庫業
出力 (GW)	2.66	0.20 ※1	0.55
設置台数 (万台)	37.2	—	0.55
消費電力(GW)	1.1	0.080	0.22
合計冷媒封入量 (千トン)	2.66	0.20	0.55
年間冷媒漏えい量 (千トン/年)	0.37	0.028	0.077
検知システム導入後の年間冷媒漏えい量 (千トン/年)	0.32	0.024	0.07
検知システム導入による年間冷媒漏えい削減量 (千トン/年)	0.053	0.0040	0.011
冷媒漏えい削減による温室効果ガス削減量 (千 t-CO ₂ 換算/年)	209	16	43

※1 一般社団法人日本冷凍食品協会, 冷凍食品業界における第二次環境自主行動計画 2019 年度フォローアップ調査結果 (注: 自然冷媒や HCFC と HFC を分けたデータが存在するが、今年度は一旦すべてを含んだデータを利用することとする。)

表 3.3-6 各推計区分における代替フロンの漏えい量の削減とそれによる温室効果ガス排出量削減の仮試算結果 (HFC 排出量からのトップダウン推計)

推計区分	別置型 ショーケース	その他中型 冷凍冷蔵機器	大型冷凍機
出力 (GW)	15.3	3.1	2.4
設置台数 (万台)	140 ※1	130 ※1	0.8 ※1
消費電力(GW)	6.1	1.2	1.0
合計冷媒封入量 (千トン)	15.3	3.1	2.4
年間冷媒漏えい量 (千トン/年)	2.4	0.5	0.2
年間 HFC 排出量 (千 tCO ₂ 換算) (システム導入なし)	9,600 ※1	1,800 ※1	900 ※1
検知システム導入による年間冷媒漏えい削減量 (千トン/年)	0.35	0.066	0.033
冷媒漏えい削減による温室効果ガス削減量 (千 t-CO ₂ 換算/年)	1,371	257	129

※1 産構審 化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会 中環審地球環境部会 フロン類等対策小委員会 第4回合同会議 資料1「冷凍空調機器の冷媒管理のための政策のあり方について」より

3.3.2 代替フロン漏えいによる電力使用増加量及び温室効果ガス排出量の試算

上記 3.3.1 と併せて、検知システム導入による消費電力量の削減とそれによる CO2 排出量の削減量の試算結果（全国値）表 3.3-7 に示す。また、検知システム導入による効果のまとめを表 3.3-8 に示す。

加えて、HFC 排出量からのトップダウン推計の仮試算結果についても表 3.3-9、表 3.3-10 に示す。

表 3.3-7 各推計区分における電力消費量の削減とそれによる CO2 排出量削減の仮試算結果（全国値）

推計区分	小売業	食品製造業 (食品工場)	冷蔵倉庫業
出力 (GW)	2.66	0.20	0.55
設置台数 (台)	37.2	—	0.55
消費電力(kW)	1.1	0.080	0.22
検知システム導入前の年間消費電力量 (百万 kWh/年)	6,990	526	1,445
検知システム導入後の年間消費電力量 (百万 kWh/年)	6,392	481	1,322
検知システム導入による年間消費電力削減量 (百万 kWh/年)	598	45	124
年間消費電力の削減による CO2 削減量 (千 t-CO2/年)	271	20	56

表 3.3-8 検知システム導入による効果のまとめ（仮試算結果）

推計区分	小売業	食品製造業 (食品工場)	冷蔵倉庫業
冷媒漏えい削減による温室効果ガス削減量 (千 t-CO2 換算/年)	209	16	43
年間消費電力の削減による CO2 削減量 (千 t-CO2/年)	271	20	56
冷媒漏えい削減と年間消費電力の削減による温室効果ガス削減量 (千 t-CO2 換算/年)	479	36	99

表 3.3-9 各推計区分における電力消費量の削減とそれによる CO2 排出量削減の
仮試算結果（全国値）（HFC 排出量からのトップダウン推計）

推計区分	別置型 ショーケース	その他中型 冷凍冷蔵機器	大型冷凍機
出力 (GW)	15.3	3.1	2.4
設置台数 (台)	140	130	0.8
消費電力(kW)	6.1	1.2	1.0
検知システム導入前の年間消費 電力量 (百万 kWh/年)	40,224	8,045	6,351
検知システム導入後の年間消費 電力量 (百万 kWh/年)	36,783	7,357	5,808
検知システム導入による年間消 費電力削減量 (百万 kWh/年)	3,441	688	543
年間消費電力の削減による CO2 削減量 (千 t-CO2/年)	1,559	312	246

表 3.3-10 検知システム導入による効果のまとめ（仮試算結果）
（HFC 排出量からのトップダウン推計）

推計区分	別置型 ショーケース	その他中型 冷凍冷蔵機器	大型冷凍機
冷媒漏えい削減による温室効果 ガス削減量 (千 t-CO2 換算/年)	1,371	257	129
年間消費電力の削減による CO2 削減量 (千 t-CO2/年)	1,559	312	246
冷媒漏えい削減と年間消費電力 の削減による温室効果ガス削減 量 (千 t-CO2 換算/年)	2,930	569	375

3.3.3 統一的評価手法（素案）の考察と課題の整理

全国の小売業、食品製造業、冷蔵倉庫業における漏えい削減効果や電力削減効果と HFC 排出量からトップダウンで別置型ショーケース、その他中型冷凍冷蔵機器、大型冷凍機の漏えい削減効果や電力削減効果の仮試算を行った。現時点ではかなり粗い仮試算結果であること、対象範囲が一致しているわけではない²ことが挙げられるが、いずれも同じオーダーの範囲内になるのではないかと想定している。しかし、現時点において、それぞれの結果に一桁の差がみられ、乖離が大きいことから、現時点の仮試算結果には、過大・過小推計に見積った設定があると考えられる。まずは、両者のそれぞれの設定値を点検・改良し、オーダー感を合わせていく必要があると考えられる。

なお、温室効果ガスインベントリ³における業務用冷凍空調機器からの使用時漏えいによる HFCs 排出量（2019 年度）は、21.7 百万 t-CO₂eq となっており、産構審データ⁴の冷凍機器と空調機器の比率を考慮すると、冷凍機器からは 15 百万 t-CO₂eq 程度が排出量されると推計される。IoT を活用したフロン検知システムの導入による冷媒漏えい抑制効果は 14% であること（今年度推計時点）を考慮すると、HFC の漏えい抑制効果の最大ポテンシャルは 2 百万 t-CO₂eq 程度と推計される。実際の検知システムの設置可能性等を考慮すると、検知システム設置による使用時 HFC 漏えい抑制効果は、年間で、数十万～二百万 t-CO₂eq 程度と推測される。

消費電力量の削減効果については、別置型ショーケース付帯の冷凍機で消費電力量の 9% が削減されるという結果が得られている（今年度推計時点）。拡大して全国に与える影響を推計する場合、設定する電力関連のパラメータ次第で大きく推計値が変わると考えられるため、現時点で規模を断定することは難しいが、おそらく数十万～数百万 t-CO₂ 規模の削減効果があるのではないかと考えられる。

また、本節のここまでの試算方法や試算結果について、統一的評価の課題整理を行った。統一的評価の課題を表 3.3-11 に示す。なお、試算方法の課題については、表 3.2-10 精度向上に向けた課題と来年度の対応に記載した課題も含まれるが、基本的にはこの表には前述した課題は記載していない。

² 現行推計範囲では、小売業、食品製造業、冷蔵倉庫業には HFC だけでなく、CFC、HCFC や自然冷媒の冷凍機も含まれている。一方、別置型ショーケース、その他中型冷凍冷蔵機器、大型冷凍機の主要業種は小売業、食品製造業、冷蔵倉庫業と考えられるが、それ以外の業種も含んでいる。

³ 国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2021 年度 4 月版）」

⁴ 産構審 化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会 中環審地球環境部会 フロン類等対策小委員会 第 4 回合同会議 資料 1 「冷凍空調機器の冷媒管理のための政策のあり方について」

表 3.3-11 統一的評価の課題

項目	課題
評価対象期間	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象期間を 5 年間としたが、現行の推計では、フロン検知システムの効果が過小評価となっているため、対象期間の見直しが必要である。 (フロン充填量の 100% の設定方法と合わせて検討の必要がある。)
システム設置が有効な機器	<ul style="list-style-type: none"> ・市場規模の範囲設定（自然冷媒への移行が有効な機器または冷凍機切り替えによる新設置との切り分け、取付不可能な機器の切り分け、etc.） ・既にシステムが取り付けられている冷凍機の数。
使用冷媒	<ul style="list-style-type: none"> ・使用冷媒を分類する必要がある。
統一的評価手法	<ul style="list-style-type: none"> ・統一的評価手法の考え方として、今回は全国値の評価（市場全体）を行ったが、もう一つの考え方として、事業者が個別機器を推計する場合の手法というものも考えられる。これについては、来年度、その必要性について検討する必要がある。

※表 3.2-10 精度向上に向けた課題と来年度の対応に記載した課題については、基本的にはこの表には記載していない。

3.4 技術的・経済的・制度的側面からの既設機器への適用に向けた課題の整理

第2章の実態調査および3.3までで実施した調査を踏まえ、フロン漏えい検知システムの更なる導入に向け、既設機器への適用に関する技術的、経済的、制度的課題等およびその解決方法を整理した。

表 3.4-1 フロン漏えい検知システムの既設機器へのさらなる導入に向けた課題

課題の分類	課題	課題解決方法等
技術的課題	・現状のシステムによっては長期（例えば1年間）のデータ蓄積が必要。	—
	・システムによっては、開発メーカー以外の冷凍機および周辺設備の対応が難しい。	—
	・コンデンシングユニットに対する遠隔監視システムの後付けは少ない。	—
	・小規模事業者の冷凍機器に対する知見が低い。	<ul style="list-style-type: none"> ・冷設事業者をターゲットにすることも一案と考えられる。 ・省エネ診断の項目に含めることも一案と考えられる。 ・関係協会を巻き込んでいくことも一案と考えられる。
経済的課題	・検知システムの経済的インセンティブがわかりにくい・数値化されていない。	<ul style="list-style-type: none"> ・来年度調査で把握。 ・検知器メーカー／検知器ユーザーが使用可能な広報資料も重要と考えられる。
	・省エネ効果がわかりにくい・数値化されていない。	同上
	・冷媒漏えい防止効果がわかりにくい・数値化されていない。	同上
制度的課題 （社会的課題）	・漏えい検知システムの認知度が低い。	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省事業のPRおよび広報資料で認知度向上が可能と考えられる。
	・小規模事業者のフロン漏えいに関する理解度が低い。	・同上
その他の課題	・システムによっては、フロン漏えい判定レベルが異なる。	—
	・システムで漏えい可能性のアラートは出せるが、漏えい箇所の特定はできない。（システムによりアラートは出せるが、実質的な漏えい箇所特定には専門的知識を持った技術者が現場で漏えい箇所を特定する必要がある。）	—
	・システム（故障検知システム）によっては、冷設事業者との競合が発生する。	—

第4章 来年度以降の調査やフロン漏えい検知システム普及拡大に向けた調整および方針作成

本章では、上記第2章および第3章の調査も踏まえ、来年度以降の調査やフロン漏えい検知システム普及拡大に向けた調整および方針作成を行った。

4.1では、来年度実施する評価検証事業の対象とする市場や実証内容について検討を行い、対象となる可能性のある検知器メーカーやユーザーにヒアリングを実施した上で、評価検証事業の実施計画案を策定した。4.2では、対象となる冷凍機器を多く有している4団体に対して、普及啓発を兼ねた市場ニーズ発掘アンケート調査を実施し、その結果をとりまとめた。4.3では、ここまでで取りまとめた課題を整理するとともに、課題を踏まえた方針の検討を行い、それらを踏まえ、来年度想定される調査計画案全体の立案及び工程表の作成を行った。

4.1 来年度実施想定 of フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画案の作成

次年度業務においては、短工期の中において実現性かつ有効性が高い評価検証事業を実施していくことが求められる。そのためには本年度中に評価検証事業における検証対象とする市場（小売り、倉庫等）や検証数、検証内容等を検討しておくことが重要となる。そこで、本年度は、次年度実施する評価検証事業の実施計画（素案）をまず立案し、それを検証・改良していった。また、対象となる可能性のある検知器メーカーおよび市場ユーザーの協力を得て、作成した実施計画内容についての現場課題をヒアリングし、実施計画に反映することで、有効性と実現性が高い評価検証事業の計画を立案することとした。

4.1.1 フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画（素案）の作成

まずは、次年度実施する評価検証事業の対象、範囲、施設数等、評価検証事業の目的、検証方法、評価検証事業の実施工程案を検討し、実施計画（素案）を策定した。

実際のフローとしては、下図 4.1-1 のように、素案の作成からヒアリングなどを通じて実施計画（案）を立案しているため、素案について、ここでは割愛する。実施計画（案）については、後述の「4.1.3 フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画の作成」を参照されたい。

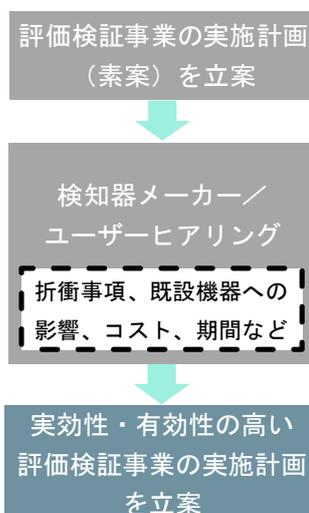


図 4.1-1 評価検証事業の実施対象

4.1.2 検知器メーカーヒアリングと想定ユーザーヒアリング

作成した評価実証事業内容について、対象となる可能性のある検知器メーカーにヒアリングを実施した。また、対象となる可能性のある市場（想定）ユーザーについても、実施にあたっての現場課題をヒアリングし、実施計画に反映した。

（１）検知器メーカーヒアリング

検知器メーカーヒアリングを実施した結果、下記表 4.1-1 に示すようなコメントが得られた。なお、得られたコメントについては、すべてのメーカーで共通しているわけではないことに留意が必要である。

表 4.1-1 メーカーヒアリングで得られた主なコメント

区分	コメント
評価検証事業について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 短期間で評価検証するのは（フロン漏えいを検知するのは）難しいかもしれない。 ・ 機器導入がフロン抑制法の簡易点検の代替になる方向であれば、参画の意義はあると考えている。 ・ 一度でもガス漏れしたお店であれば、経験上ガス漏れが頻発する。そのためガス漏れが起きたお店を対象にすることも考えられる。 ・ 参画する場合に、協力してくれるユーザーはあると思う。
フロン充填量データについて	<ul style="list-style-type: none"> ・ 顧客了解が取得できれば、フロン充填量データも提供可能かもしれない。

（２）想定ユーザーヒアリング

想定（可能性）するユーザーヒアリングを実施した結果、下記表 4.1-2 に示すようなコメントが得られた。

表 4.1-2 ユーザーヒアリングで得られた主なコメント

区分	コメント
既設機器への影響、懸念について	<ul style="list-style-type: none"> ・ メーカー、メンテナンス業者が同意、承諾すれば問題はない。
経済的メリット、負担について	<ul style="list-style-type: none"> ・ フロン漏えいの早期発見はメリットと捉えている。 ・ エネルギーコスト高騰が切実な状況において、検証により電力消費量の低減が確認できるなら大きいメリットである。 ・ 検証協力にあたって金銭的負担が発生しないなら喜んで協力したい。 ・ 本部の人的負担は厭わないが店舗への負担は極力避けて欲しい。

4.1.3 フロン漏えい検知システム検証事業の実施計画案の作成

上記を踏まえ、次年度実施する評価検証事業の実施計画案として、令和3年度最終案をとりまとめた。ここでは、検証事業の対象、範囲、施設数等、評価検証事業の目的、検証方法、評価検証事業の実施工程案について記載する。

(1) 検証事業の対象、範囲、施設数等

評価検証事業における実施対象、範囲等について表 4.1-3 に示す。

表 4.1-3 評価検証事業の実施対象

区分	内容
業種	小売り施設（食品スーパー等）、冷凍冷蔵倉庫、食品製造業
機器種別	別置型ショーケース付冷凍機、大型、中型冷凍機
施設数	6～8施設程度（1施設あたり冷凍機5台程度）
エリア	問わない
機器経過年数	目安10年

(2) 評価検証事業の目的

IoT技術を活用した高精度な漏えい検知システムを既存冷凍機器に導入することによるフロン漏えい防止と消費電力削減の効果について、令和3年度の実証試験結果も踏まえ、実際の現場による検証を実施することにより整合性、課題等を分析し、それにより、フロン漏えいシステムの社会実装及び普及拡大につなげることを目的とする。

(3) 検証方法

表 4.1-4 に、システム構成（イメージ）を図 4.1-2 に示す。なお、評価検証事業の実施工程案については、4.3 で後述する。

表 4.1-4 検証方法

手順	内容
1. 事前確認	<ul style="list-style-type: none">対象施設及び機器の選定冷媒管理システムの有無、及び内容既存冷設事業者の同意冷凍機の状態確認検知器の設置箇所確認修理関連検証時取得予定データ確認
2. 検知システムの設置	<ul style="list-style-type: none">システム構成（イメージ）を図 4-1-2 に示す1施設あたり5台程度の冷凍機に設置

手順	内容
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工期予定/4月～6月（3ヵ月間）
3. 検証期間、取得データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 検証期間/7月～12月（6ヵ月間） ・ 検知システムによる自動取得データ 外気温度（冷凍機周り）、液冷媒温度、吐出温度、吸入温度、電力量、フラッシュガス量、漏洩アラート ・ 協力事業者からの提供データ 修理履歴、フロン充填量
4. 分析、まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 週単位で基礎的な整理を行う ・ 月次単位にて分析、まとめ

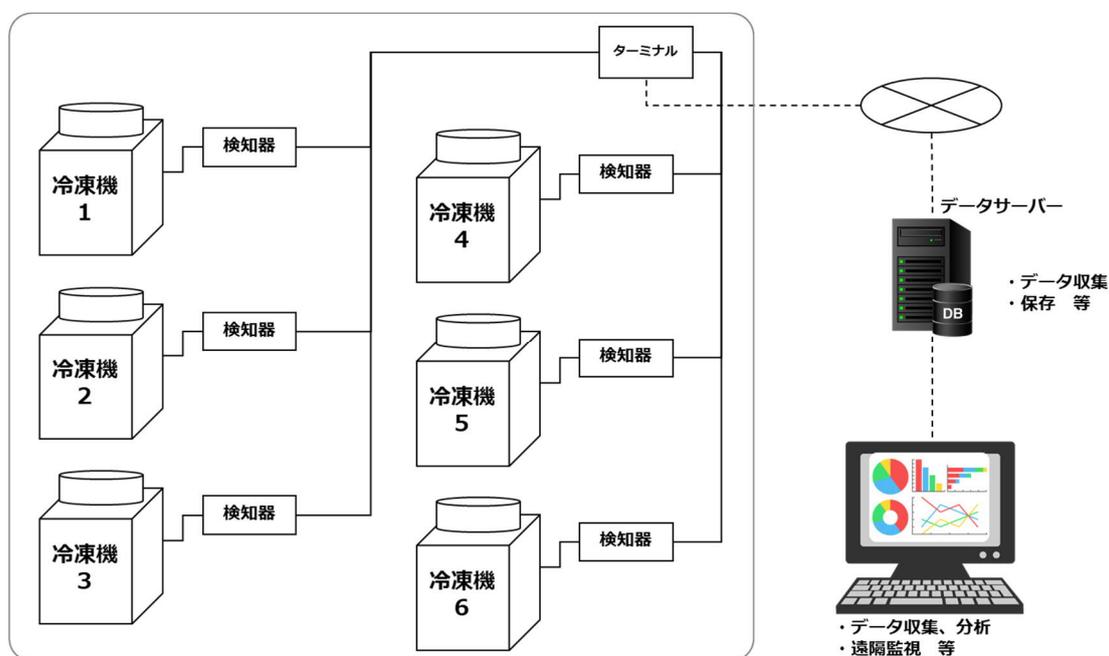


図 4.1-2 システム構成（イメージ）

4.2 来年度事業の対象候補となる事業者の需要調査

ここでは、来年度事業で対象となる事業者の需要調査として、市場ニーズ発掘のアンケート調査を実施した。

(1) 普及啓発を兼ねた市場ニーズ発掘アンケート調査の目的

既存機器への検知システムの設置拡大においては、検知システムの存在と導入メリットの認知度向上が重要となることから、アンケート調査を実施し、普及啓発及び市場ニーズを発掘することを目的とした。

(2) アンケート調査の対象

アンケート調査の対象について表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 アンケート調査対象

業種	機器	規模
小売り（食品スーパー）	別置型ショーケース付冷凍機	約 147 件
冷凍冷蔵倉庫	大型、中型冷凍機	約 1,000 件
食品製造業	大型、中型冷凍機	約 97 件

(3) アンケート調査の方法

表 4.2-1 の「業種」における代表的な団体に対し、主旨説明のうえ協力を打診した。その結果、小売業では一般社団法人全国スーパーマーケット協会、オール日本スーパーマーケット協会、冷凍冷蔵倉庫業では一般社団法人日本冷蔵倉庫協会、食品製造業では一般社団法人日本冷凍食品協会の 4 団体から、協力学承を取り付けることができ各団体からの配信協力を得て、WEB アンケートを実施した。配信件数約 1,000 件、アンケート回収率 30%を目標とした。

(4) アンケート調査の期間

アンケート調査の期間について表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 アンケート調査期間

団体名	期間 (2022 年)
一般社団法人日本スーパーマーケット協会	2月8日 ~ 2月25日
オール日本スーパーマーケット協会	2月15日 ~ 3月2日
一般社団法人日本冷蔵倉庫協会	2月21日 ~ 3月4日
一般社団法人日本冷凍食品協会	2月14日 ~ 2月28日

(5) アンケート調査項目

アンケート項目は、「業務用冷凍冷蔵設備に導入可能な IoT を活用した漏えい検知システムについて係わる認知度・導入率・及び今後の導入検討等」を主体とし、全 10 設問の内容とした。

表 4.2-3 アンケート調査期間アンケート調査項目概要

設問	内容
1	フロン漏えい検知システムの利用状況
2	導入しているフロン漏えい検知システムのタイプ
3	導入しているサービス等
4	導入に至った経緯
5	フロン漏えい検知システムの導入予定
6	導入のボトルネック
7	導入のメリットの認知度
8	フロン漏えい削減のために取り組んでいること
9	令和 4 年度事業への所感
10	フロン漏えい防止に関する意見・要望

(6) アンケート調査結果

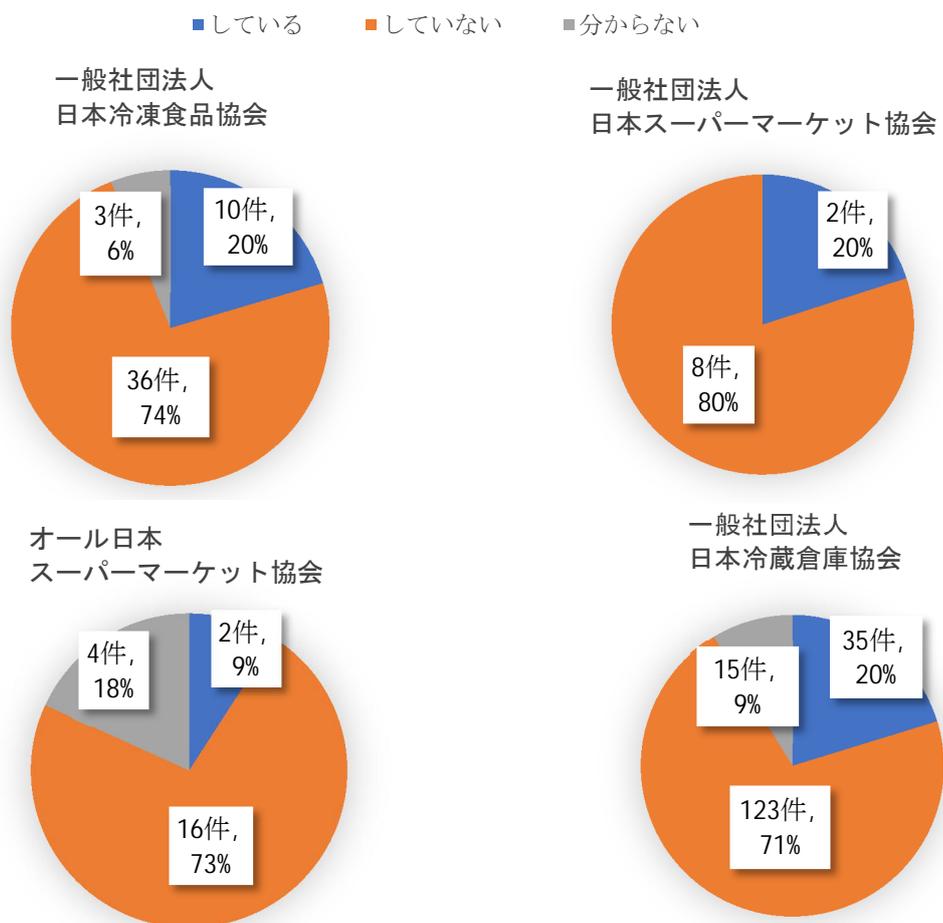
アンケート調査結果を下記に示す。

◇設問1

フロム漏えい検知システムについてお聞きします。

フロム漏えいを検知するシステム、装置、サービス等を導入、利用していますか？

※「していない/分からない」の回答者は、「設問5」に進んでください。



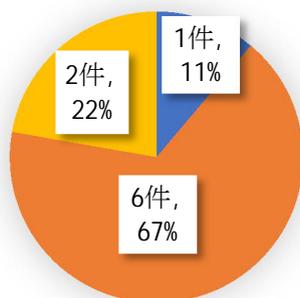
◇設問2

「設問1」で「している」と回答された方にお聞きします。

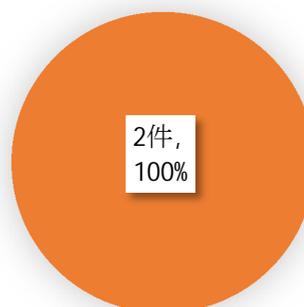
どのようなタイプを導入、利用していますか？

- 冷凍機自体に内蔵された漏えい検知システム（遠隔では、漏えいや機器故障を確認できないもの）
- 大気に漏えいしたフロンを物理的に検知するタイプ（定置型警報機等）
- IoTを活用した設備の運転データを取得・判読する一元管理タイプ
- その他（自由記述）

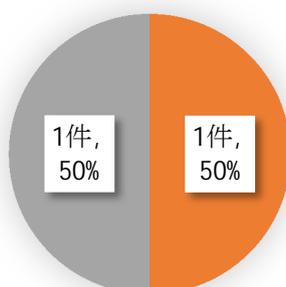
一般社団法人
日本冷凍食品協会



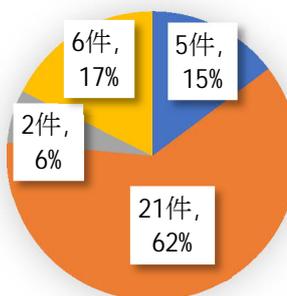
一般社団法人
日本スーパーマーケット協会



オール日本
スーパーマーケット協会



一般社団法人
日本冷蔵倉庫協会



○その他（自由記述）

◇一般社団法人 日本冷凍食品協会（2件）

- ・ハンディタイプ検知器
- ・年三回の測定機器による漏えい検査

◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会（6件）

- ・冷媒にアンモニア使用なのでそれを検知
- ・冷凍機運転時における不具合をフロン漏洩に限らず警報通知する。夜間等無人の際には警備保障から連絡が入る。
- ・メーカーの定期点検にて
- ・フロンキーパー
- ・他社による検知器を用いた定期点検・メンテナンス
- ・冷媒充填量監視装置

◇設問3

「設問1」で「している」と回答された方にお聞きします。

実際に導入している漏えい検知システム名、サービス名、又はメーカー名等差し支えない範囲でお答えください。

(自由記述)

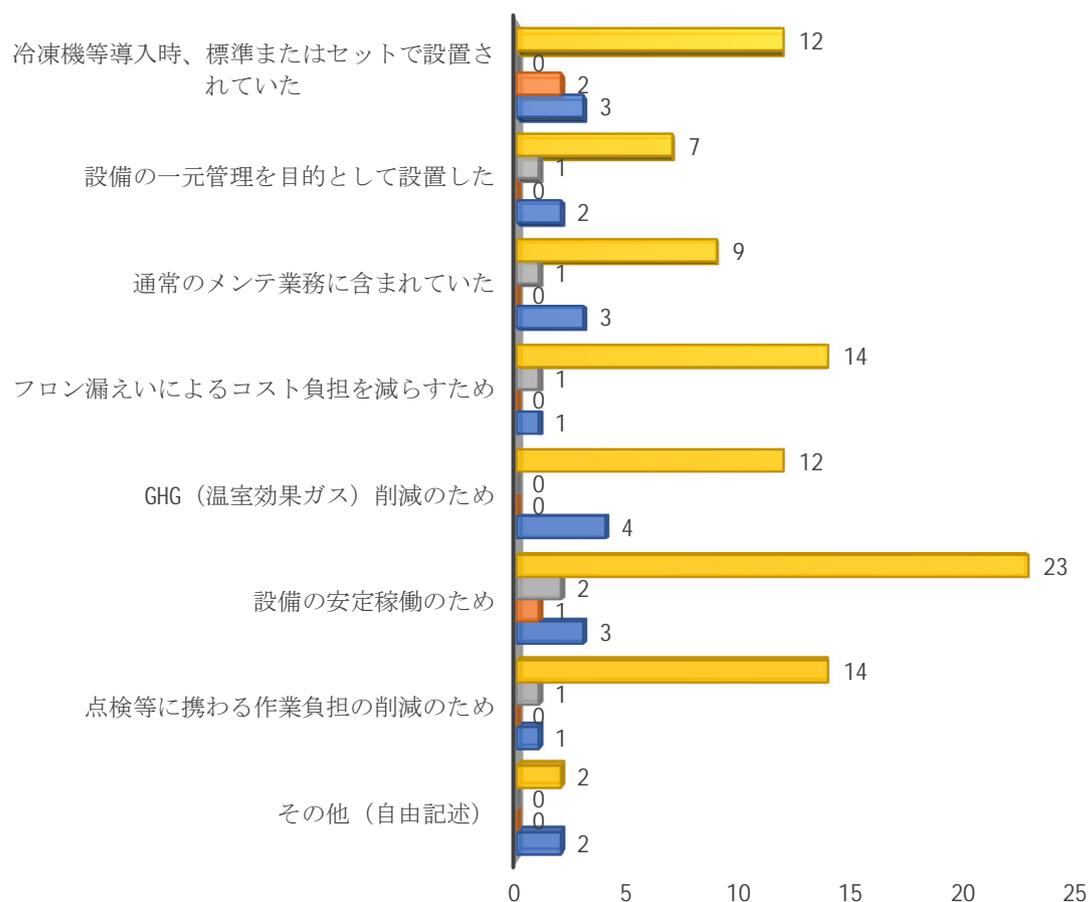
◇一般社団法人 日本冷凍食品協会 (7件)	
・ガス漏洩検知器 前川製作所	2
・新コスモス電機	2
・HGM-MZ	1
・アサダ株式会社	1
・株式会社三冷社	1
◇一般社団法人 日本スーパーマーケット協会 (1件)	
・フジ工機	1
◇オール日本スーパーマーケット協会 (2件)	
・フクシマガリレイ株式会社 遠隔監視システム	1
・フロンキーパー	1
◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会 (26件)	
・前川製作所	4
・フロンキーパー	3
・三菱重工冷熱	2
・バイオニクス機器	2
・CO2 ガス検知器 メトロ電気株式会社	1
・フロン検知器で、月に1度検査している	1
・アルソック	1
・ガス漏洩検知警報設備 (理研計器(株))	1
・リークテスター	1
・赤外線式ガスモニター、メーカー:エイムス	1
・冷蔵倉庫協会が主催する立入検査	1
・TEK-MATE ハンディ型フロンガスリークデテクター	1
・三菱重工冷熱(株)による定期点検	1
・冷媒充填量監視装置	1
・TA430FP	1
・(株)ナンバ	1
・COSMOS NV-100H	1
・検知器	1
・定置型フロンガス警報機 FU3F (FUS0)、一部 IOT: フロンキーパー (ナンバ)	1

◇設問4

「設問1」で「している」と回答された方にお聞きします。

導入、サービス利用に至った経緯、理由についてお答えください。(複数回答可)

- 一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会
- オール日本スーパーマーケット協会
- 一般社団法人 日本スーパーマーケット協会
- 一般社団法人 日本冷凍食品協会



○その他 (自由記述)

◇一般社団法人 日本冷凍食品協会 (2件)

- ・安全性確保のため
- ・安全対策

◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会 (2件)

- ・漏洩時に建物中に入る時に酸素ボンベ着用が必要の為
- ・配管が地下荷捌きにある為

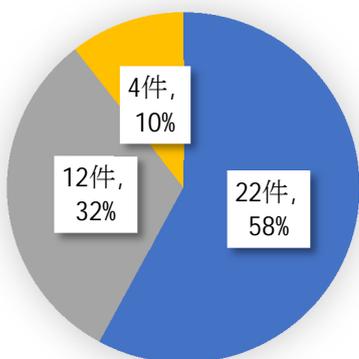
◇設問5

「設問1」で「していない/分からない」と回答された方にお聞きします。

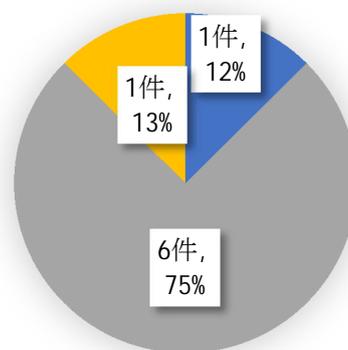
フロン漏えいを検知するシステム、装置、サービス等の導入、利用について検討していますか？

- していない
- 検討中
- 検討が必要と考えているが、具体の検討はできていない。
- 業者が定期的に機器をメンテナンスするサービスを活用しているため、不要。
- 自署で定期的に機器をメンテナンスしているため不要

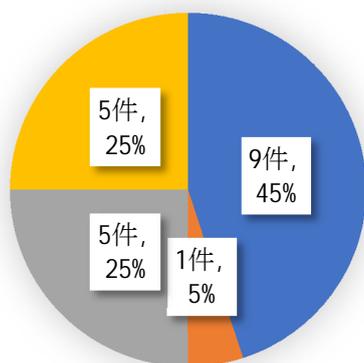
一般社団法人
日本冷凍食品協会



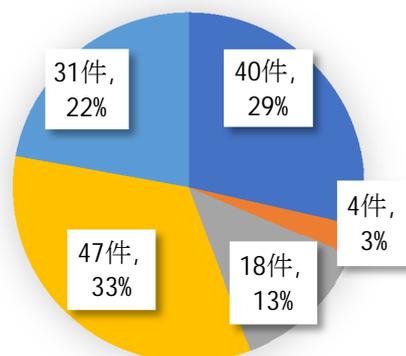
一般社団法人
日本スーパーマーケット協会



オール日本
スーパーマーケット協会



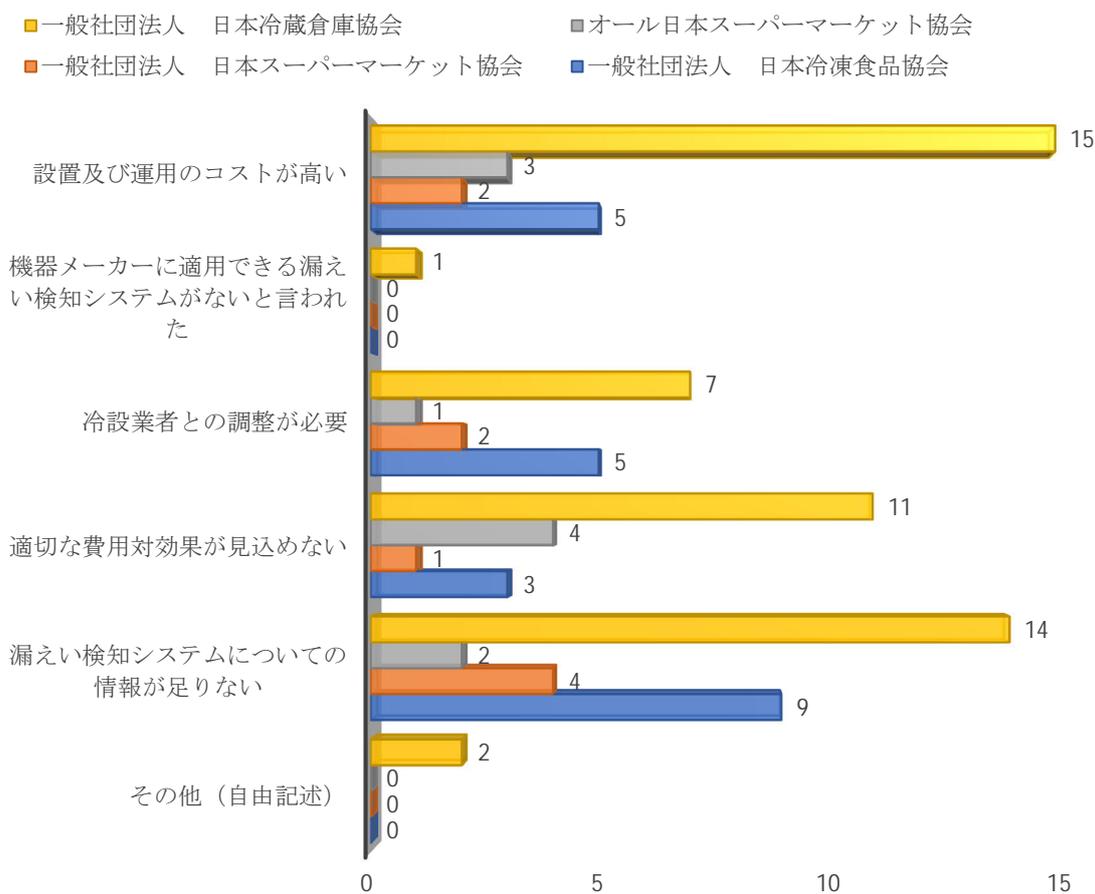
一般社団法人
日本冷蔵倉庫協会



◇設問6

「設問5」で「検討中/検討が必要と考えているが、具体の検討はできていない。」と回答された方にお聞きします。

フロン漏えい検知するシステムの導入にあたり、ボトルネックになっている点はどこですか。(複数回答可)



○その他(自由記述)

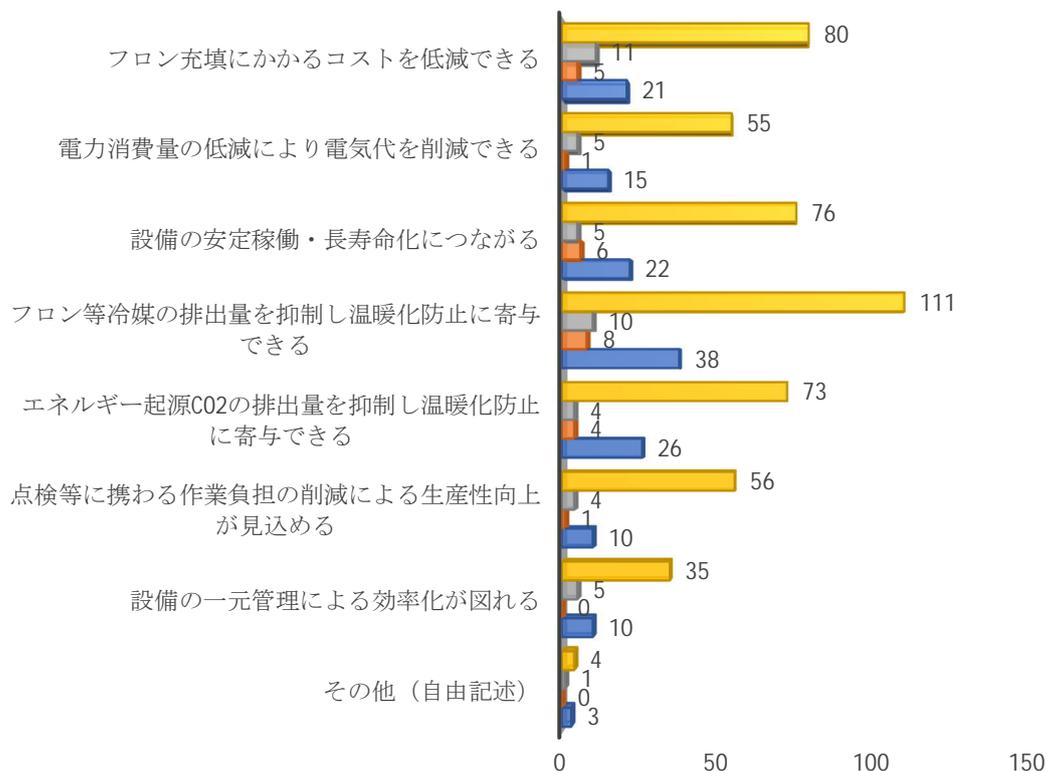
◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会 (2件)

- ・計画的に導入予定
- ・所管容積が狭いため(371 m³) 以外はアンモニアに変更

◇設問7

フロン漏えいシステム等の導入により、下記等のメリットがあると言われていますが、その認知、認識度についてお聞きします。（複数回答可）

- 一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会
- オール日本スーパーマーケット協会
- 一般社団法人 日本スーパーマーケット協会
- 一般社団法人 日本冷凍食品協会



○その他（自由記述）

◇一般社団法人 日本冷凍食品協会（3件）

- ・特に知識なし
- ・メリットを認知しておりません
- ・上記メリットは認識していない

◇一般社団法人 日本スーパーマーケット協会（1件）

- ・現場の商品撤去などの負担減

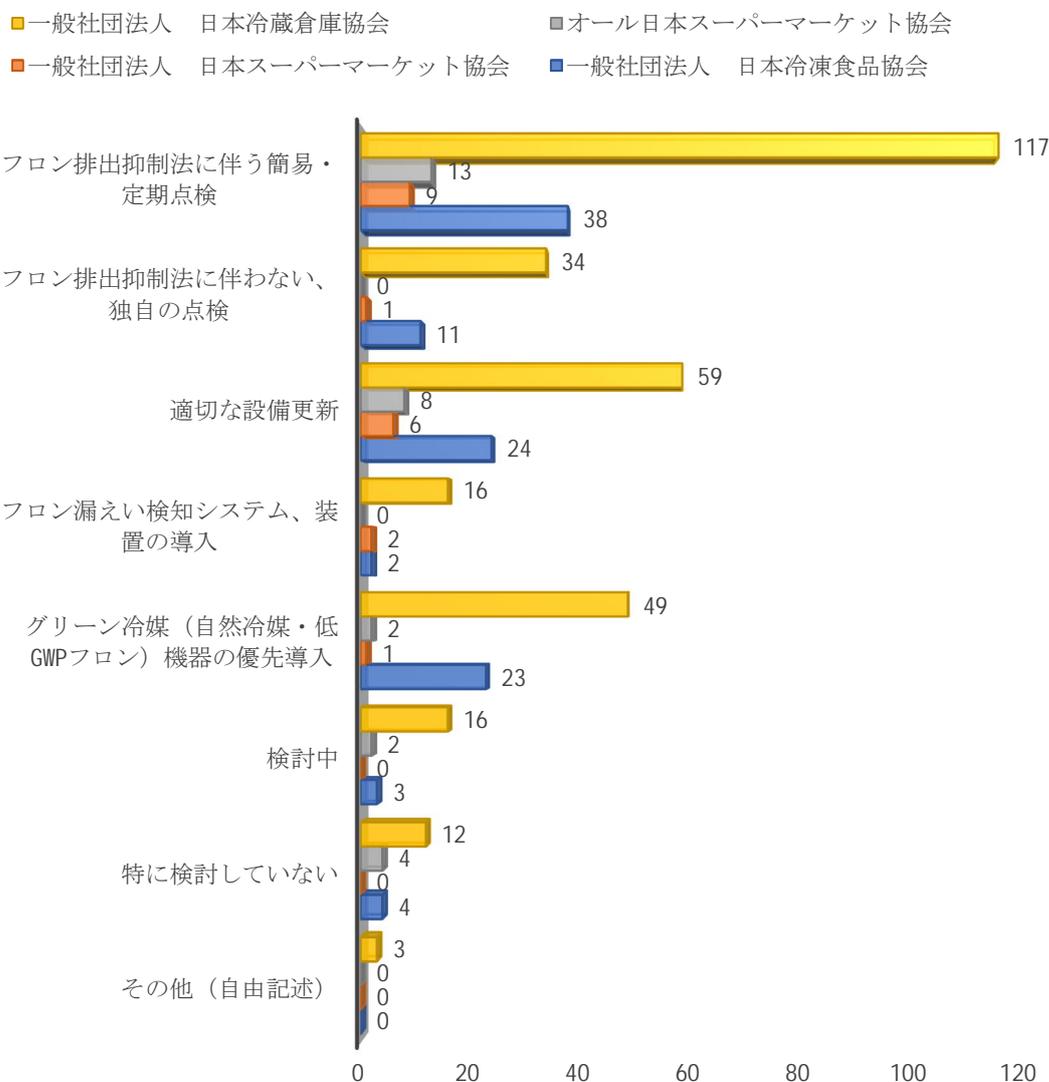
◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会（4件）

- ・冷媒がアンモニア安全の為
- ・デメリットを知りたい
- ・毎日朝夕2回冷却設備を点検で圧縮機吸入温度と吸入圧力で冷媒の過熱度を検証し冷媒量が適正であるか漏洩等無いか冷却器運転台数を考慮し漏洩早期発見に努めています。
- ・経験上検知した時点でほぼ冷媒は抜けてしまうので、メリットはないと感じている。

◇設問 8

フロン類の排出量を減らすために取り組んでいる施策があればお答えください。

(複数回答可)



○その他（自由記述）

◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会（3件）

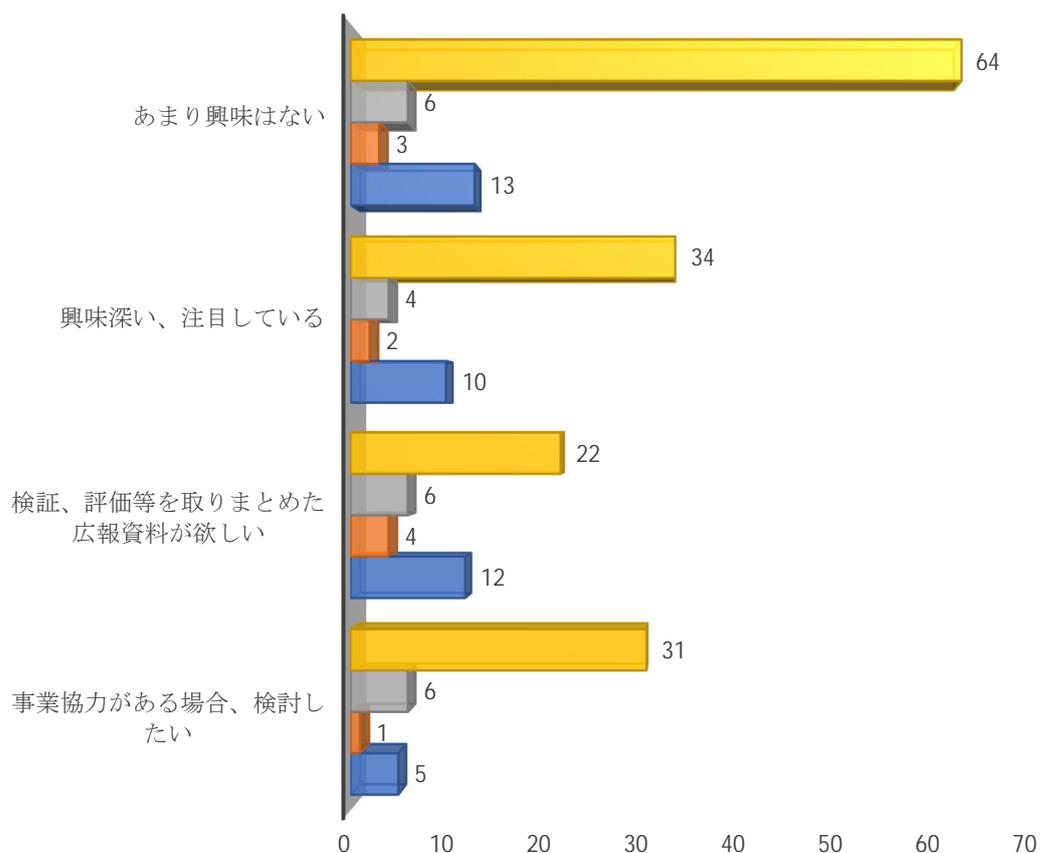
- ・年2回メーカーによる定期点検実施
- ・庫内配管リークチェック（週3回）
- ・設備課員による徹底した管理（漏洩検査）と教育

◇設問9

環境省では「令和4年度IoTを活用したフロン類漏えい検知技術等による省CO2効果等評価・検証事業」の実施を予定しています。※参照掲載

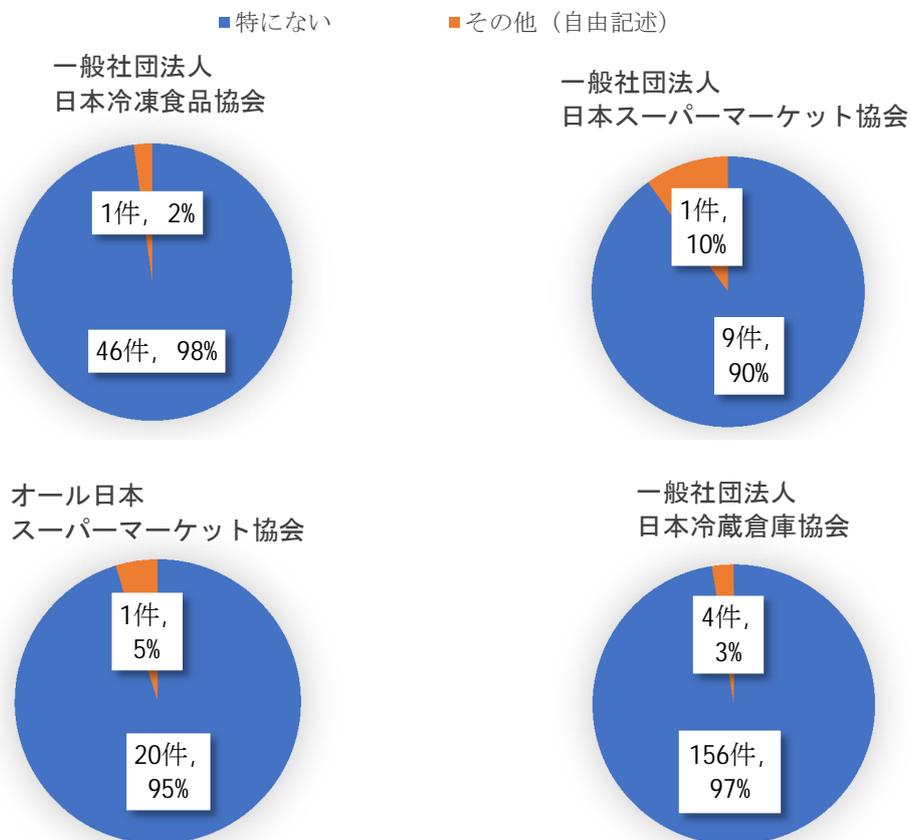
設問6で御回答いただいたボトルネックについて解決できるとした場合の本事業に関する所感についてお聞きします。(複数回答可)

- 一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会
- オール日本スーパーマーケット協会
- 一般社団法人 日本スーパーマーケット協会
- 一般社団法人 日本冷凍食品協会



◇設問 10

フロン漏えい防止に関するご意見、ご要望あれば自由に記述ください。



○その他（自由記述）

◇一般社団法人 日本冷凍食品協会（1件）

- ・フロン類撤廃で自然冷媒の導入が望ましいと考えるが、代替低 GWP 冷媒への対応でも良いと考える。

◇一般社団法人 日本スーパーマーケット協会（1件）

- ・今後GWP1500 以下の見直しが見込まれますが、国としての採用冷媒について指針を出して欲しい。

◇オール日本スーパーマーケット協会（1件）

- ・ノンフロン機器の導入費用(設置工事費含む)に対しての使いやすい補助金があれば、導入を進める側としては有難い。

◇一般社団法人 日本冷蔵倉庫協会（4件）

- ・地球環境を守る為、フロン漏えいを防止し公共の安全を確保する。
- ・中小企業への補助金拡充、協会外の運送事業者、自家用事業者などへのフロン問題への理解の為の情報提供が必要

・冷凍設備の経年劣化等により冷却設備の更新時期について経営者の判断によりますが「フロン漏えいを検知するシステム」を導入と設備費及び耐用年数(冷媒漏洩を考慮した)を比較した説明を行なえる資料が整っていると経営者は、検討するのではないのでしょうか。

・フロンを無くす期限は設定され、期限はすぐそこです。漏洩システムを進めることも重要であります。自然冷媒化の機器は多く出てくるので自然冷媒化を最優先にした技術開発、指導、補助事業にすることが、設備更新にあえいでいる中小零細冷蔵庫の漏洩課題、心配は無くなると考えています。

アンケート調査における回答数等の結果について表 4.2-4 に示す。

表 4.2-4 アンケート調査結果

団体名	配信数	回答数	回答率
一般社団法人日本スーパーマーケット協会	79	10	13%
オール日本スーパーマーケット協会	68	19	28%
一般社団法人日本冷蔵倉庫協会	1000	176	18%
一般社団法人日本冷凍食品協会	97	49	51%
(全体)	1244	254	20%

(7) アンケート調査結果の考察

配信件数の目標は達成できたが、回答率は目標を下回る結果となった。各団体の回答率高低具合とフロン漏えいに関する興味、認識具合には相関性は無いものと考察する。フロン漏えい検知システム等の利用状況は、全体の2割程度となっている。

各団体（業種）による差はほとんどなく、実態に近い結果と考えられる。フロン漏えい検知システム等の利用及び自署、業者にて管理しているとする回答は全体の54%を占める。

フロン漏えい検知システム等の今後の利用、検討に関して検討していないとする回答は全体の28%、検討中及び必要と感じているが検討に至っていないとする回答は18%となり、この層に対する普及啓発が重要と考えられる。また、今回のアンケートの回答を得られなかった8割程度の事業者についてはフロン漏えいに関する基本的な関心が低いと考えられるため、この層への周知も重要であると考えられる。

4.3 来年度実施想定 of 検証事業を補完する調査計画案の立案及び来年度想定事業の工程表の作成

本節においては、本年度調査から得られた考慮すべき課題の視点を踏まえて、来年度の調査計画案を作成する。

4.3.1 では、ここまでで取りまとめた課題を整理し、4.3.2 では、課題を踏まえた方針を検討する。4.3.3 では、それらを踏まえ、来年度の調査計画（案）を作成する。

4.3.1 本年度調査から得られた考慮すべき課題の整理

ここでは、本年度調査から得られた考慮すべき課題を整理する。

表 4.3-1 本年度調査から得られた考慮すべき課題

視点	課題
検出技術の視点	<ul style="list-style-type: none"> ・短期間でフロン漏えい検知ができない可能性があるため、なるべく漏えい検知ができる方法を検討しておく必要がある。 ・(多くのメーカーの機器は、) フロン検出に限定した技術ではない。
ハード・ソフト導入の視点	<ul style="list-style-type: none"> ・電力センサー等は新たに取り付ける必要がある。 ・システムによっては、開発メーカー以外の冷凍機および周辺設備の対応が難しいため、ユーザー選定の際には留意が必要である。 ・冷凍機を止めて取付けをする必要がある工事は、なるべく避けて実施する必要がある。
因子とフロン漏えいへの影響の視点	<ul style="list-style-type: none"> ・小売業（スーパーマーケット等）以外の消費電力増加率と冷媒漏えい率の関係式は不明であり、精度向上のためには、他業種例についても把握することが望ましい。 ・温度の影響を整理（パラメータの設定）する必要がある。
手法統一化に向けた視点／精度の高いポテンシャル推計の視点	<ul style="list-style-type: none"> ・フロン充填量 100% の設定基準が確立されていないため、基準を設定する必要がある。 (現場における充填量 100% は、バッファータを持たせた少し多めの量となっている。) ・フロン漏えい率の設定（充填量（率）と充填までの期間）の妥当性確認が必要。 ・現場における冷凍機負荷の考え方（冷凍機の稼働率）を整理しておく必要がある（充填率 100% 時の稼働率）。 ・検知レベルを設定する必要がある（日冷工は 30% を基準としている）。 ・既存システムの市場規模の範囲を設定する必要がある（自然冷媒や低 GWP 冷媒への移行が有効な機器との切り分け）。
実現性・有効性のある評価検証事業の視点	<ul style="list-style-type: none"> ・実施までの時間的制約が厳しいため、速やかに評価検証事業に移れるように画策しておく必要がある。 ・(再掲) 短期間でフロン漏えい検知ができない可能性があるため、なるべく漏えい検知ができる方法を検討しておく必要がある。
現場への円滑な導入の視点	<ul style="list-style-type: none"> ・広報は重要であるが、来年度結果で広報活動で利用可能なデータ（情報）が得られるか不明のため、検討が必要である。

4.3.2 来年度の調査方針

ここでは、上記課題の全体像から、来年度事業で検証すべき課題を明確化し、調査方針を立案する。

なお、1) 評価検証事業の円滑な実施、2) 統一的な評価方法の確立、3) 市場ニーズの発掘や認知度向上、の観点も踏まえて盛り込むべき調査内容を検討した。

来年度事業で検証すべき課題は、下記の点であると考えられる。

- (1) 検知システムの漏えい検知レベルの把握
- (2) フロン漏えい率（充填量（率）と充填までの期間）の把握
- (3) 現場におけるフロン封入量（充填率 100%）の把握
- (4) 小売業（スーパーマーケット等）以外の消費電力増加率と冷媒漏えい率の関係式の把握
- (5) 現場における冷凍機負荷の考え方（冷凍機の稼働率）の把握
（充填率 100%時の稼働率）
- (6) 影響因子の把握（パラメータの把握・設定）
- (7) 既存システムの市場規模の範囲の見極め（自然冷媒や低 GWP 冷媒への移行が有効な機器との切り分け）

上記の来年度事業で検証すべき課題の明確化を踏まえ、来年度事業の調査方針（案）は下記とした。

- ① 市場ニーズがあり、評価検証の必要性が高いと考えられる小売業および食品製造業または冷蔵倉庫業をターゲットとする。
- ② 限られた期間内で最大の成果を得るため、夏～冬を通じた試験計画を立案する。
- ③ 評価検証事業を補足し、効果の定量化や統一的な評価を行うことができるデータを収集し、精度の向上を図るため、実験室における試験を実施する。

4.3.3 来年度の調査計画（案）

IoT 技術を活用した高精度な漏えい検知システムを導入することによる電力使用量の削減等を評価し、地球温暖化対策効果の把握に関する調査・検討を行うとともに、既設機器への適用における技術的・経済的課題等を抽出することを目的としている。

そのため、令和 4 年度事業において、①検知精度の有用性の検証方法の検討、②設置に当たっての技術的課題・経済的課題等の検証、③フロン漏えい検知器の導入による温室効果ガス削減効果の把握・市場規模の把握を行う。

4.3.2 で示した方針を踏まえ、評価検証の必要性が高い小売業（食品スーパーマーケット等）、食品製造業（食品工場）または冷蔵倉庫業の既設冷凍機（別置型ショーケース付帯冷凍機／中型・大型冷凍機）を対象に、評価検証事業を実施する。

評価検証事業の実施期間は夏から冬までとし、冷凍機関連の消費電力量や各種温度のデータを取得するとともに、検知器メーカーが把握している漏えい検知、フロン充填量データの分析を行う。

また、評価検証事業では得られない情報を補足する目的で、フロン漏えい及び電力使用量に関与する因子の影響度の評価や消費電力増加率と冷媒漏えい率の関係を把握するため、実験室における試験を実施する。

これらの実証事業・試験から、フロン漏えい検知システムの有用性を把握するとともに、導入による電力使用量の削減およびフロン漏えい削減量の把握を行い、効果を分析し、ユーザーに周知していくことが求められる。

下記に具体的な内容を記す。

(1) 評価検証事業の実施及びデータの分析

R3 年度に検討・設定した市場ユーザーに対し、検証事業として、フロン漏えい検知システムの導入を行い、関連するデータの取得と併せて、システムの有効性の評価検証を行う。詳細については、4.1 で検討を行っているため、そちらに記載する。

1) 事前準備

事前準備として、検知器メーカーおよび検知器ユーザーとの同意締結を行い、検証施設・設備の選定、システムの構成、実施工程表作成、システム基幹部分の準備を行う。

2) 現地確認・測定機器取付

フロン漏えい検知システムを設置する現地の確認を行った上で、測定機器取付工事、データ通導確認を行う。

実施施設は6～8施設程度で、1施設につき、冷凍機5台程度とする。

なお、測定データには下記データを含むものとする。ただし、測定機器の取り付けが困難である、もしくは、検知器ユーザーの負担が著しく高くなる等の状況が発生する場合には、環境省と相談の上、可否の判断を行うこととする。

- ・ 個別冷凍冷蔵機器の消費電力量 (30 分値)
- ・ 施設全体の電力
- ・ 外気温度 (室外機周辺)
- ・ ケース庫内温度 (冷凍室内温度)
- ・ 液冷媒温度
- ・ 吐出・吸入温度
- ・ フラッシュガス量 (※可能な場合)
- ・ 漏えいアラート

3) 評価検証事業の実施と分析

上記2) で取付を行った検証データを遠隔監視で取得し（夏季・冬季を含む5～6 か月程度）、それらについて基礎的なデータの整理を行った上で、データ分析を行う。

4) フロンの充填およびフロンの充填データの評価検証

検知器の設置によりフロン漏えいが特定できた場合、フロン充填作業を実施する。

また、冷媒フロン充填状況について明らかにすること、冷媒フロンに関する影響因子を把握することを目的に、検知器メーカーが検知器を取り付けてデータを把握している冷凍機器における過去のフロン充填に関する情報（封入量、前回の充填量（漏えい量）、充填日等）の入手を行い、充填フロン漏えい率の分析とフロン漏えい修理発生前後の分析と長期トレンドの分析を行う。

(2) 消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフの作成と因子の影響度の評価(実験室想定)

令和3年度は小売業（スーパーマーケット）を想定した別置型ショーケース付帯の冷凍機のフロン漏えいによる消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフを作成する実証実験を実施した。その実施方法も踏まえ、令和4年度は食品製造業（食品工場）or 冷蔵倉庫を想定したフロン漏えいの消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関関係の試験を実施する。

具体的には、食品製造業（食品工場）or 冷蔵倉庫を想定し、評価の前提条件の検討・設定を行った上で、試験の設計をおこない、フロン漏えいの消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関関係の試験（充填率100%から10%ずつ段階的にフロンを抜き取って、電力使用量の増加を計測する）を実施する。また、試験から得られた結果の分析および相関グラフの作成を行う。

また、その際、併せて、フロン漏えい量及び電力使用量に關与する、把握可能な因子（温度、圧力等）の影響評価を行う。

(3) 統一的評価手法（素案）の見直し

上記の(1)、(2)を踏まえて、令和3年度に作成した統一的評価手法（素案）をもとに統一的評価手法の作成を行う。

なお、システム導入による削減ポテンシャルの推計更新を行う。加えて、普及に向けた既設機器への適用に関する課題の更新、広報の検討、令和5年度事業の検討を行う。

また、令和5年度事業の検討に向けては、5件程度メーカーや有識者へのヒアリングを実施する。

上記の内容と併せて作成した来年度の調査実施工程表（案）を表 4.3-2 に示す。

表 4.3-2 調査実施工程表（案）

主要調査項目	2022年									2023年		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 評価検証事業の実施及びデータの分析												
1.1 事前準備												
1.2 現地確認・測定機器取付												
1.3 評価検証事業と分析												
1.4 フロンの充填およびフロン充填データの評価検証												
2. 消費電力増加率と冷媒漏えい率の相関グラフの作成(実験室想定)												
3. 統一的評価手法(素案)の見直し												