

# 「社会インフラ存亡への警鐘」

～代替フロン枯渇問題と冷凍空調機器の存続～

JRECO 2023 年 1 月

## 社会インフラとしての冷凍空調機器

夥しい数の冷凍空調機器が社会のために、建物の裏側で目立つことなく存在していることを存じでしょうか。おそらく、ほとんどの方は冷凍空調機器があることすら気付いていないでしょう。現在では冷凍空調は不可欠な重要な社会インフラになっています。空調機器として、事務所、公共施設、商業施設、駅、学校、病院などで暑さ寒さを遮り、我々に快適な空間を提供してくれています。そして、冷凍機器は食品流通には欠かすことができません。さらに、食品工場、化学プラントなどの製造業にもなくてはならない存在です。すなわち現在の我々の衣・食・住の大切な社会インフラとなっています。

さらに、インターネットなどでの情報が爆発的に増大していることは自明のことで、それが年々増加しつつあります。例えば、スマートフォンの普及を見ても分かります、通勤電車ではほとんどの人がスマートフォンを操作しています。忘れてはならないのは、スマートフォンは全てサーバーに接続され熱負荷となっていることです。そして、熱負荷は空調機器によって冷却する必要があります。冷却のための電力はサーバー全体の電力の 30～45%程度となっています。



5G時代で、サーバーの消費電力量(熱負荷)はさらに増え、冷凍空調機器の必要性は増大

図 1.社会インフラとしての業務用冷凍空調機器

## 市中ストックが実現した社会インフラ

業務用冷凍空調機器は他の工業製品と異なる点は、建物や設備の大きさや形状に合わせたオーダーメイド設置工事、20～30年の長寿命、さらに国内のストック数は2,000～3,000万台※ということです。

この独特な工業製品である冷凍空調機器とその膨大な市中ストックが社会インフラを構築しています。社会インフラといっても、電気、水道、ガス、通信、鉄道などのように公営企業などが計画的に構築したものではありません。高度成長時代に数十年かけて個々の企業・組織が少しずつ冷凍空調機器を増やした結果、その数が膨らんで初めて実現した“自然発生的”ともいえる社会インフラではないでしょうか。すなわち、このインフラは計画的に作り出したものでもなく、統制的に管理はされておらず、機器所有者の固有財産の集合体として成り立っています。

一方、新たな機器をメーカーが開発製造しても、機器の更新はインフラ全体に対して年に5%程度であり、市中ストックが全て刷新されるのに20～30年かかることになるでしょう。また、メーカーはこの数量を短期間に生産することもできません。もう一度、申し上げますと我々の衣・食・住を可能にしてくれているのは、業務用冷凍空調機器と市中にあるストックであり、それが社会インフラとなっていることです。

誰しも、この社会インフラを支えている冷凍空調機が将来使えなくなるなどとは想像されないでしょう。しかし、このまま国民が何も気付かず、何も対策しないしていると不孝な未来がやって来るかもしれません。

## 「冷凍空調機器の市中ストックは日本の社会インフラ」、この現実を忘れてはならない！

◎建物総数（2016年ゼンリン住宅地図より）39,162,132棟

### 住宅系建物（総数33,095,752棟）の内訳

戸建て住宅数	29,587,038棟
マンション数	730,932棟
アパート数	1,343,122棟
団地建物数	112,072棟
寮建物数	56,912棟
住宅兼オフィス	132,744棟
事業所兼住宅	1,132,970棟

### 事業所系建物（総数6,066,342棟）

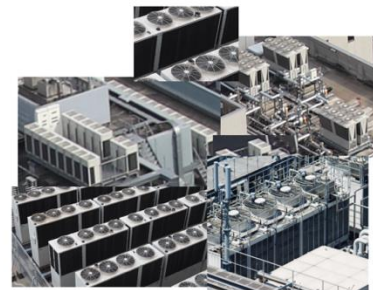
出典：ゼンリンマーケティングソリューションズ

事業所系建物とは公共建物をはじめとする全事業所の建物、例えば、オフィスビル、商業ビル、店舗などをいう。約1,000業態の事業所、店舗など。



1. 自販機台数より類推するに、業務用空調機の数は10倍以上
2. 事業所系建物数、約6百万棟には平均4台とすると
3. 日本の冷凍空調機のストック台数は2～3,000万台と類推

スーパー大型店	1,792	
スーパー中型店	15,620	
スーパー小型店	5,022	
コンビニエンスストア	55,924	
ドラッグストア	18,410	
ファーマシー	2,822	
リカーショップ	1,590	
衣料品スーパー	6,665	
ディスカウント	1,277	
100ショップ	1,844	
ホームセンター	4,541	
百貨店	427	
ペットショップ	227	
商業施設	1,250	
その他	2,087	
飲食店	619,711	
合計	739,009	
データセンター（2015年）	110拠点	151Wh
オフィスビル	10,572棟	131,178万台



240万台（一般社団法人 全国清涼飲料連合会より）

2～3,000万台と推定

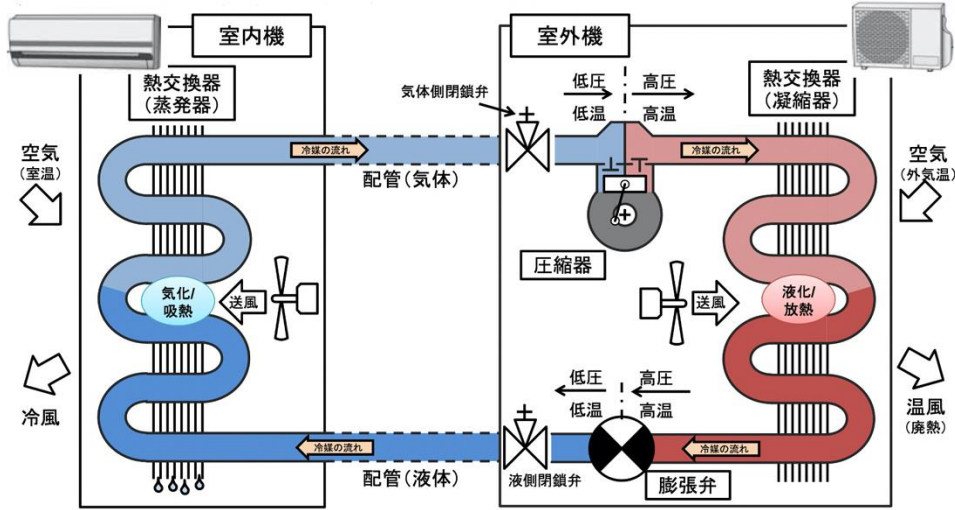
※年間の業務用機器の生産台数約120～150万台×20年（寿命）、事務所系建物6,066千件×4台：ゼンリンマーケティングソリューションズ2016年、清涼飲料自販機設置台数240万台の10倍以上：（一社）全国清涼飲料連合会、図11.1995年～2020年におけるHFC等の推計排出量（資料3-2）によると、2020年の市中稼働HFC機は18,950K台、市中稼働HCFC機比率を30%とすると全体合計では、27,000K台となります。

## 冷凍空調機器に欠かせない冷媒その枯渇の危機

冷媒とは **室内機と室外機の間で熱の運搬を行う物質**

不燃で毒性のないフロン類が使用され、液体・気体の状態かつ高圧（2MP～3MP）で室内・室外間を循環。  
冷媒なしには、冷凍空調機器は動作せず！

- 冷房の場合：①室内機の蒸発器で液体冷媒を気化させて熱を奪い取る（吸熱）  
②蒸発器で発生した低温低圧の気体冷媒を、圧縮機で高温高圧の気体とする（断熱圧縮）  
③室外機の凝縮器で放熱して液化する（放熱）  
④膨張弁で減圧して低温低圧の液体とする（断熱膨張）

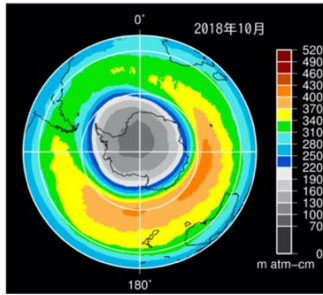


出典：経済産業省産構審フロン対策WG 平成26年2月24日

図3. 冷凍空調機器と冷媒

冷媒は冷凍空調機器には欠かすことができないもので、室外機と室内機の間でエネルギーを搬送し熱交換をする大切な役割を担っています。その冷媒は過去に幾度となく環境問題から、生産規制という試練に立たされ、その度に製品開発を行い、冷媒を変換してきました。

### オゾン層破壊対策



### オゾン層の破壊は塩素を含む冷媒（CFC、HCFC）が対象

- 1987年モントリオール議定書 採択
- 1996年フロン（CFC）の全廃（先進国）

官民をあげて、塩素を含まないHFC冷媒を使う機器に切り替え

HFCを究極の対策として「代替フロン」と呼称

### 地球温暖化対策



### 温室効果ガスにHFCが対象

- 1997年COP3 京都議定書採択
- 「代替フロン」HFCが温室効果ガスと指定
- 2019年HFCの段階的削減（キガリ改正）

図4. 環境規制による冷媒

オゾン層を破壊することで 1996 年にモントリオール議定書による通称「フロン」と呼ばれ親しんでいた冷媒であるクロロフルオロカーボン (CFC) が全廃となり、ハイドロクロロフルオロカーボン (HCFC) へ変換しました。そして、HCFC から代替フロンであるハイドロフルオロカーボン (HFC) への変換となりました。冷媒が変換される度に、その冷媒に適した機器が開発され市中に供給されてきました。そして、現在の社会インフラを構成している機器に使用される冷媒はオゾン層を破壊しない、代替フロンと呼ばれる HFC が主流となっています。しかし、その究極の冷媒だと思われていた HFC も地球温暖化係数が高いことで、COP3 (1997 年) の京都議定書で温室効果ガスに指定されました。

そして、このインフラへの最大の危機的な出来事は 2019 年より国際条約による段階的生産削減 (キガリ改正) が義務づけられたことです。

令和4年4月22日 経済産業省 製造産業局 化学物質管理課 オゾン層保護等推進室  
フロン類等対策ワーキンググループ (資料1)

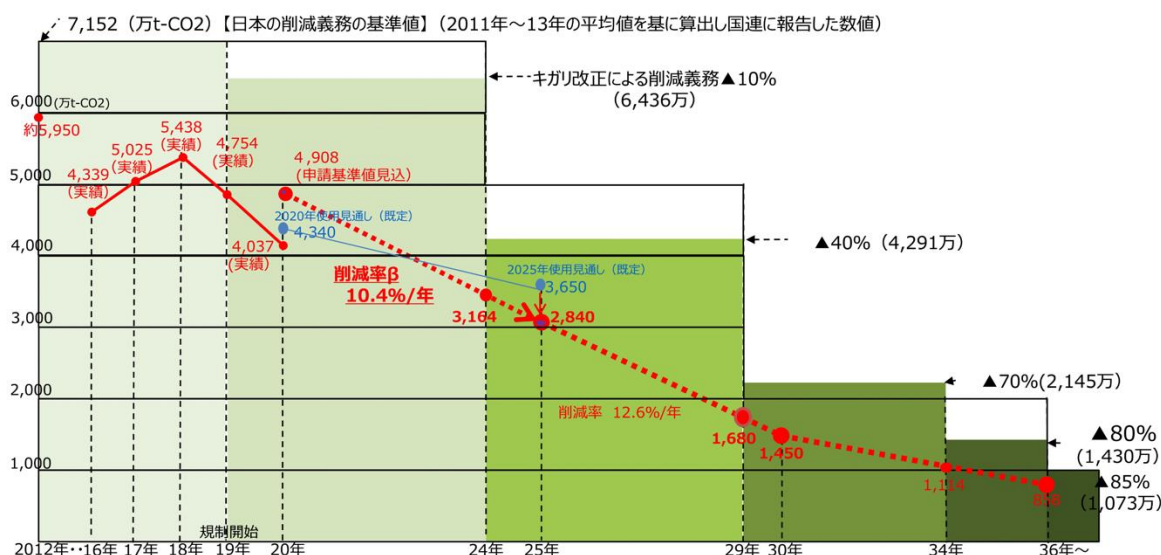


図 5. キガリ改正と日本の HFC 生産量

キガリ改正による HFC の生産削減とは、日本を含む先進国では図 5 に示すように、基準年 (2011 年～2013 年の平均値) を基準として、2019 年には 10%削減から始まり、最終的には 2036 年以降は 85%まで生産を段階的に減らすことです。さらに、日本政府は図中の赤い点線を各 HFC メーカーへの生産の割り当て量としていますので、日本の HFC 総生産量はメーカーが年初に国と取り決めた赤い点線以上になることはありません。

### 国の方針・・・グリーン冷媒・機器導入のシナリオ

図 6 に示すように、国は 2030 年には機器メーカーから出荷される平均 GWP (地球温暖化係数) を 450 程度とし、2036 年以降は GWP を 10 程度以下とする方針です。

具体的には、2036 年頃までに新規に出荷される機器の冷媒は HFO、自然冷媒を使用した

GWP が 10 程度以下とし、市中稼働機器の補充冷媒（修理用）HFC を可能な限り使用削減せよとされています。

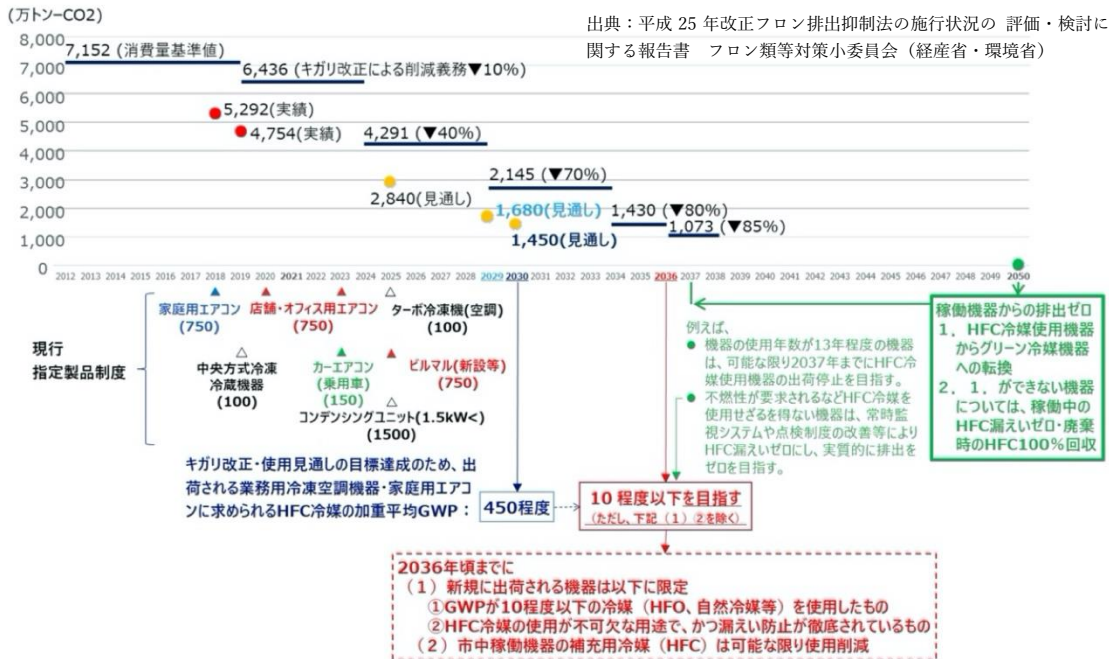


図 6. グリーン冷媒・機器導入の方針

現在、産官学で新しい冷媒への研究開発が行われていますが、かなりハードルが高いとも聞き及んでいます。ただし、今後が開発される新しい冷媒は現在市中にある冷凍空調機器では使用できないことは確実です。今後の新冷媒にはそれ専用の機器が必要となります。そして、2036 年以降の新製品からは、ほぼ 100 年近く慣れ使い続けてきたフロン類からの決別となるでしょう。

### フロン排出抑制法と機器使用時の冷媒漏えい

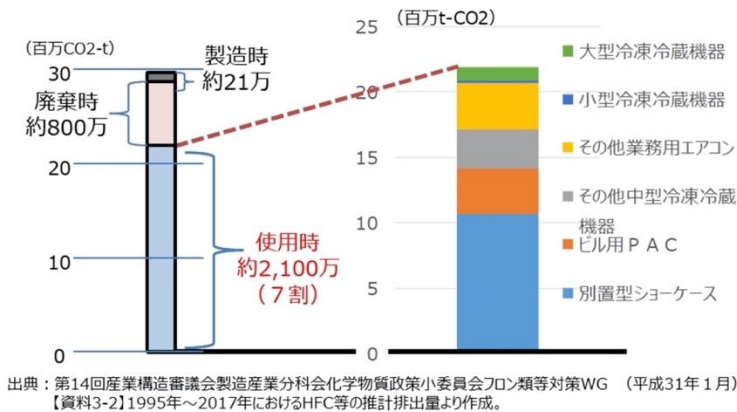


図 7. 機器使用時の冷媒漏えい

フロン排出抑制法は 2015 年 4 月に、旧来のフロン回収・破壊法から改正され施行されました。主な改正点は、管理者（機器の所有者法人含）に自己所有の機器管理を以下のように新たに義務づけたことです。改定の理由としては、冷凍空調機器からの使用時の冷媒の漏えいが多く、管理者に機器の管理と冷媒の漏えい対策に責任を持たせることでした。

1. 機器を適切に設置し、適正な使用環境を維持し、確保すること
2. 機器を点検すること
  - ・全ての機器は簡易点検（3ヶ月に1回以上）が必要
  - ・圧縮機定格 7.5kW 以上の機器は専門家による定期点検が必要
3. 点検の結果を記録
  - ・いつ、だれがどの機器を点検したか記録し、保存しておく
4. 算定漏えい量（フロンの漏えい量）の計算を行い、一定以上は国へ報告
5. 機器を廃棄する時は行程管理票が必要

さらに、2020 年 4 月に改正され、主な改定内容は機器廃棄時の確実な冷媒回収を行うこと、それに違反したのものには個人・公人を問わず直接罰が適用されました。

しかしながら、管理者（法人）への法律の徹底がなかなか進んでいないのが実情です。フロン等対策 WG（平成 31 年 1 月）の資料によると、機器使用時の HFC 排出量（漏えい量）は約 2,100 万 t-CO<sub>2</sub> と記されています。

### 規制による冷媒の変遷と HFC 冷媒の生産とサービスの競合問題

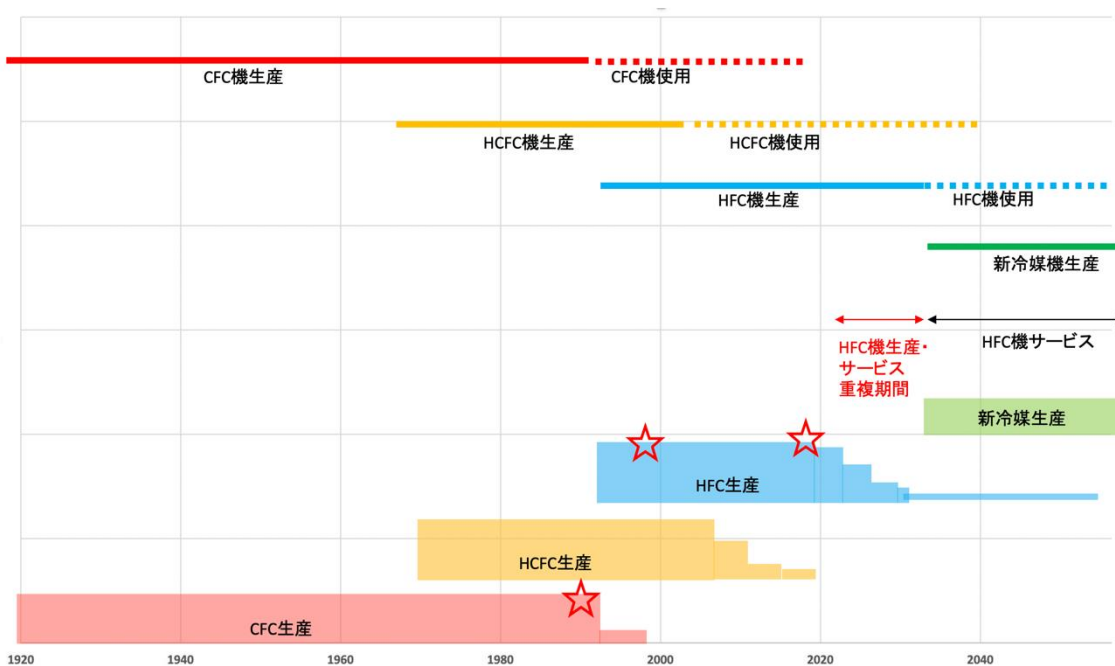


図 8. 冷媒と機器の変遷

図 8 は、冷媒と機器の生産を時系列に表しています。一番上の赤線は CFC 機器の生産、点線はその機器の使用の期間を示しています。現在では CFC 冷媒の生産は禁止されていますが、機器を使用することは禁止されていないので、今でも使い続けられています（点線の意味）。下部の赤い帯は CFC 冷媒の生産を示しています。1996 年の先進国で CFC が全廃された時点で星印を入れています。同様に HCFC、HFC の冷媒とそれぞれの機器の生産と生産の段階的削減を示しています。

CFC が全廃になった 1996 年にはすでに、HCFC が存在していましたので機器の生産とサービス（修理の為の補充）の取り合いはありませんでした。同じことは HCFC の生産が削減される中でも代替フロンである HFC がすでに世の中に登場していましたので、生産とサービスでの衝突は起こりませんでした。しかし、2019 年より段階的に削減される HFC では、次世代冷媒が世の中に存在しない 16 年間、サービスと機器メーカーが生産に使用する冷媒の奪い合いとなることが予想されます、このようなことはかつて経験がありません。

### キガリ改正と機器メーカーの生産に伴う HFC の使用量の推定

令和4年4月22日 経済産業省 製造産業局 化学物質管理課 オゾン層保護等推進室  
フロン類等対策ワーキンググループ（資料1）  
に冷媒使用量想定値の重ね合わせ

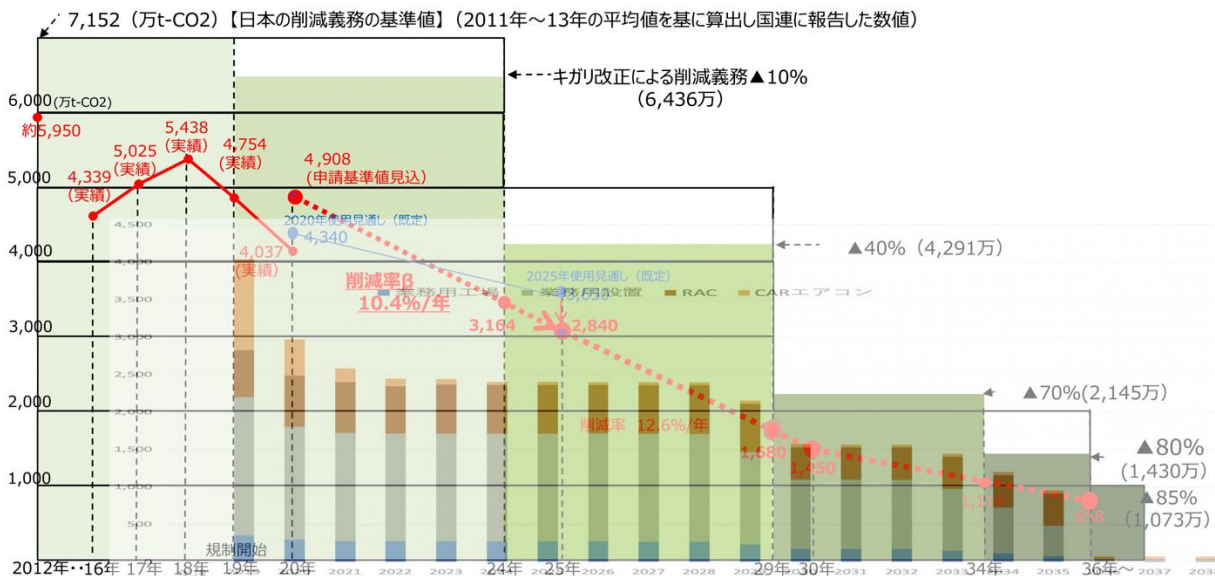


図 9. キガリ改正と機器メーカーの冷媒使用

キガリ改正での段階的な HFC の生産削減チャート（図 5）に、機器メーカーが生産に使用する冷媒の使用量推定に重ね合わせたものが図 9 となります。生産で必要分の冷媒だけを見ると、国が設定している赤い点線の内側に入っていることになります。しかし、市中にある 2,000～3,000 万台のサービス（修理で充填）に必要な冷媒量も考慮しなければなりません。その必要量は図 7 に記したように約 2,100 万 t-CO<sub>2</sub> となります。

## キガリ改正と機器生産 vs. サービス用 HFC 冷媒

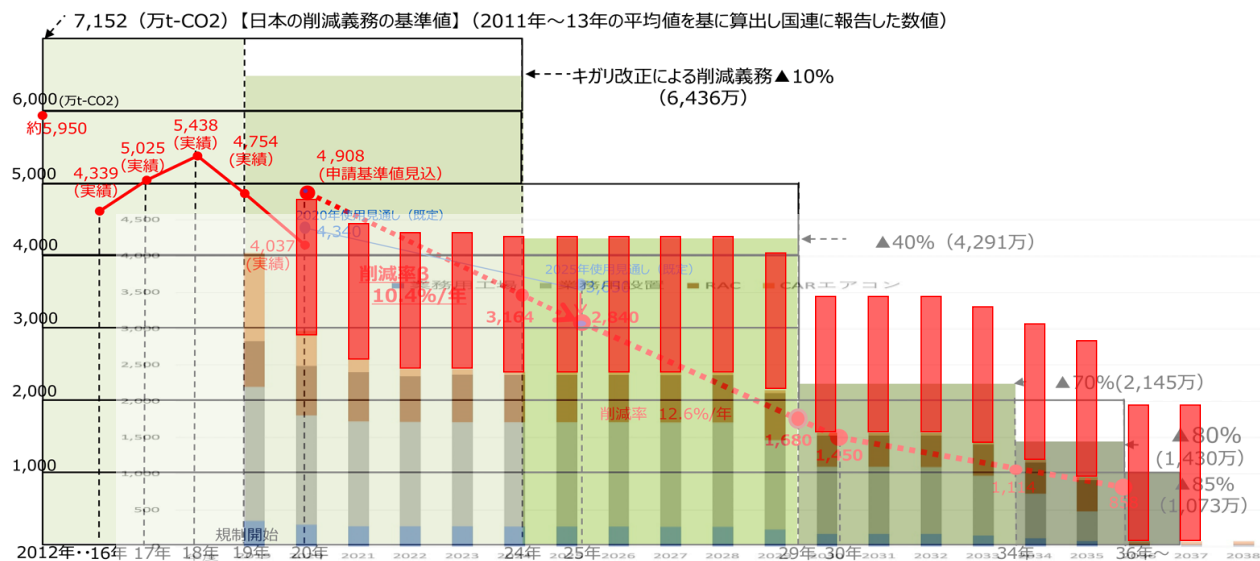


図 10. キガリ改正と聞き生産とサービス用冷媒

そこで、サービス用冷媒量（赤棒）を図9に重ね合わせたのが、図10となります。2024年以降、機器の生産とサービスに使う冷媒の奪い合いが起こる最悪の事態が予想されます。その最悪の事態とは、機器の修理が十分にできず、冷媒の価格が高騰することになります。いずれにしても社会に必要なインフラの存在が危うくなります。

## シミュレーション数値の背景

### 1. 使用時冷媒漏えい量（図7：使用時漏えい量2,100万トン）

第17回 産業構造審議会 製造産業分科会 化学物質政策小委員会 フロン類等対策ワーキンググループ

1995年～2020年におけるHFC等の推計排出量（資料3-2）

[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo\\_sangyo/kagaku\\_busshitsu/flon\\_tai\\_saku/pdf/017\\_03\\_02.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo_sangyo/kagaku_busshitsu/flon_tai_saku/pdf/017_03_02.pdf)

	2017	2018	2019	2020
HFC機器生産台数 (K台)	1,350	1,355	1,400	1,167
工場生産平均冷媒充填量 (Kg/台)	3.33	3.48	3.63	3.69
工場生産時冷媒排出係数 (%)	0.20	0.20	0.20	0.20
HFC機器現場充填実施台数 (K台)	249	229	217	190
現場設置時平均冷媒充填量 (Kg/台)	18.39	18.82	18.80	18.47
現場設置時冷媒排出係数 (%)	2	2	2	2
HFC機器市中稼働台数 (K台)	17,571	18,183	18,738	18,950
機器稼働時平均冷媒充填量 (Kg/台)	7.07	7.12	7.17	7.19
機器稼働時冷媒排出係数 (%)	6	6	6	6
使用済HFC機器発生台数 (K台)	887	972	1,063	1,143
法律に基づく整備時HFC回収量 (t)	979	1,016	1,066	990
法律に基づく使用済HFC回収量 (t)	1,158	1,296	1,499	1,712
使用時漏えい量 (Kt-CO2)	21,063	21,922	22,709	22,998

図 11. 2017年使用時冷媒漏えいの数値より算定



資料3-2では2017年の市中HFC機の稼働台数17,571K台などの数値記載はありますが、使用時の漏えい量の詳細な計算は示されていません。ただし、HFC機生産台数と現場設置平均充填量、機器稼働時平均充填量、それぞれの排出係数から2,100万トンが算出されたものと思料します。さらに、資料3-2では2020年度のHFC機の稼働台数は18,950K台とされています。実態としては、現在、市中稼働が30%程度あるHCFC(R22)機が今後老朽化しHFC機に置き換えられることを考慮すると、HFCの市場稼働台数は今後増えて、使用時漏えい量の年々増加すると推定されます。

## 2. メーカー生産に伴うHFCの使用量算出条件

年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
業務用冷凍空調機器	平均GWP	700	700	700	700	700	700	700	700	600	450	450	450	400	300	200	10	10	10	
	出荷台数(K台)	1,167	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	
	工場充填量	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	
	出荷合計GWP万トン	302	277	278	277	276	275	274	273	272	232	173	173	172	152	114	76	4	4	4
	設置時充填量	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
	設置合計GWP万トン	1,503	1,448	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437	1,232	924	924	924	821	616	411	21	21	21
RAC	市中稼働台数(K台)	18,950	19,162	19,374	19,586	19,798	20,010	20,222	20,434	20,646	20,858	21,070	21,282	21,494	21,706	21,918	22,130	22,342	22,554	22,766
	平均GWP	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	450	450	450	450	10	10	10
	出荷台数(K台)	10,096	10,000	9,344	9,672	9,662	9,653	9,643	9,634	9,624	9,614	9,605	9,595	9,586	9,576	9,566	9,557	9,547	9,538	9,528
	工場充填量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	出荷合計GWP万トン	414	425	374	395	393	392	390	388	387	385	256	256	255	255	254	254	10	10	10
市中稼働台数(K台)	117,693	117,693	120,610	122,798	124,986	127,174	129,362	131,550	133,738	135,926	138,114	140,302	142,490	144,678	146,866	149,054	151,242	153,430	155,618	
CAR	平均GWP	200	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	出荷台数(K台)	4,866	2,500	2,000	1,500	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	工場充填量	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	出荷合計GWP万トン	484	186	99	75	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

図12. メーカー生産に伴うHFCの使用量推定

業務用冷凍空調機の生産・設置時充填冷媒の平均GWP値を2020～2028年度：700、2029年度：600、2030～2032年度：450、2033年度：400、以降400、300と減らし。2036年度以降は10として算定しました。使用している平均GWP値は、企業の改善努力を強めに入れた数値ですので、実態として生産で使用されるHFCの総量(GWP)は図12の棒グラフより多いと推定されます。

## 3. シミュレーションで扱った使用時漏えい量と生産時HFC使用の数値の根拠

今後さらに市中稼働のHFC機は増え、さらに20年以上の老朽化したHFC機器は年々比率が増すため、実態の使用時漏えい量は現在よりも増加の傾向にあると思われる。しかし、本シミュレーションでは審議会資料(2017年度数値)の2,100万トンを2036年度まで固定値として適用しました。いっぽう、生産・設置に伴うHFCの使用量はGWP低減改善を強めに想定して算定しています。

## 冷凍空調機器の管理者の認識

残念ながら、企業の経営者である機器の管理者の認識は決して高いとはいえません。組織が所有している機器の台数、冷媒総量、漏えい量（サービスで購入した量）の把握は殆どされていません。それは、キガリ改正による冷媒逼迫の危機をまだ知らないこともあり、自社で使用しているのは「代替フロン」であり、その「代替」の文字印象からすでに「フロン」は使用していないとの認識が企業経営者にあるのでしょうか。したがって、統合報告書などの環境報告書に「フロン排出抑制法」の遵守状況を記載されている企業はまだ多くありません。

2019年以前はHFCの生産は青天井でしたので、経営者に認識があろうがなかろうが全く問題はありませんでした。しかし、これからは経営者とその危機的な現実を認識すること、すなわち冷媒の逼迫問題に企業として取り組むことが喫緊の課題です。

すなわち、このインフラを維持するためには、機器の所有者である管理者（企業・個人）が冷媒逼迫の危機を認識することであり、そして「フロン排出抑制法」を遵守し、冷凍空調機器を管理して使用時での冷媒を漏えいさせないことです。さらに、2036年以降もHFC使用の機器は徐々に更新されながらも、その後20～30年間はインフラの構成要素としてあり続けるでしょう。したがって、HFC冷媒を不可欠なものとして管理することには将来的にも必要なことです。



「御社のフロン管理は？」

「フロンは使っていませんよ！」

「弊社は、代替フロンです」



「え！」



「代替フロン」は「フロン類」です。

地球温暖化係数(GWP)が2,000～10,000もあります。

1995年の京都議定書から温室効果ガスに指定されました。

国内のCO<sub>2</sub>の排出合計量に合算されます。

2019年から生産削減され、2036年以降は15%しか生産できなくなります。

管理者は「フロン排出抑制法」を遵守しなければなりません。

「フロン排出抑制法」では2020年の改正法から刑事罰が適用されました。

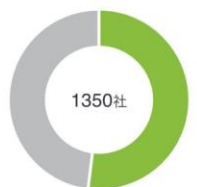
図 13. 経営者の認識

## 東証一部上場1350社の環境関連レポート調査 (2021年度)

1350社の統合報告書などを調査「フロン排出抑制法」に付いて何らかの記載がある企業数(A、B、C)87社は1350社の6.4%。

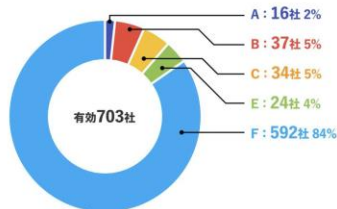
環境関連  
記載・詳細なし 647社 48%

環境関連  
記載・詳細あり 703社 52%



環境関連記載・詳細の有り無し (1350社)

A: 算定漏えい量、定期・簡易点検状況など適切に記載: 16社  
 B: 法遵守の記載内容に一部不足がある: 37社  
 C: フロン排出抑制法遵守のみ記載: 34社  
 E: フロンの記載はあるが特定フロンであったり、「フロン排出抑制法」を正確に理解されていないと思われます: 24社  
 F: 「フロン排出抑制法」記載全くなし、あるいは法の理解度なし: 592社



「フロン排出抑制法」の記載の内訳 (有効703社)



図 14. 経営者の認識 2

### フロンは限りある資源です

- 経営者がフロン対策をトップダウンで陣頭指揮
- ↓
- 社内にフロン対策の重要度が浸透
- ↓
- 従業員一人ひとりに浸透→家族に浸透
- ↓
- 関連会社や取引先に浸透
- ↓
- 国民全体へ浸透

### 経営数値としてのフロン管理

企業のトップである経営者は、社会インフラを継続維持するために早急に以下の認識を新たにすることが必要ではないでしょうか。それは、すなわち冷凍空調機器とフロン類の「棚卸し」を行うことです。

#### 機器・冷媒の「棚卸し」とは

1. フロン類が限りある資源であることの認識
2. フロン排出抑制法の遵守 (冷媒漏えい対策の実施を含む)
3. 自社の機器の管理の徹底
4. 自社の機器の台数のリストアップ指示
5. 自社の機器に充填されている冷媒の種別と量の把握
6. 自社の機器が漏えいして充填した冷媒の種別と量の把握
7. 機器更新時の廃棄機器からの確実に回収した冷媒の種別と量の把握
8. 上記項2～3の経営数値化とした管理とその公開
9. 社内規定を変更して回収した冷媒は「再生証明書」入手の上で「再生」可とする (従来の社内規定は確実な「破壊」)
10. 冷媒の3Rの実施 (Reduce: 漏えいを減らす、Reuse: 再生冷媒を使う、Recycle: 回収冷媒を再生)

## 管理者のフロン管理

1. 冷凍空調機器は社会には不可欠  
(国民レベルで重要性の再認識)

2. 国際的な規制: 代替フロンの生産削減  
(冷媒供給問題: 機器の生産とサービスに課題)

3. 新冷媒の実用化は容易ではない  
(現在使用の機器との互換性なし)

4. 「フロン排出抑制法」遵守/機器・冷媒の「棚卸し」  
(冷媒漏えい対策実施による代替フロン冷媒の確保)

5. 企業価値向上: フロン管理を経営数値として公開  
TCFD(気候関連財務情報開示タスクフォース)によるGHG総量の開示



図 15. 経営者のフロン管理