



代替フロン（HFC）枯渇の危機とその回避

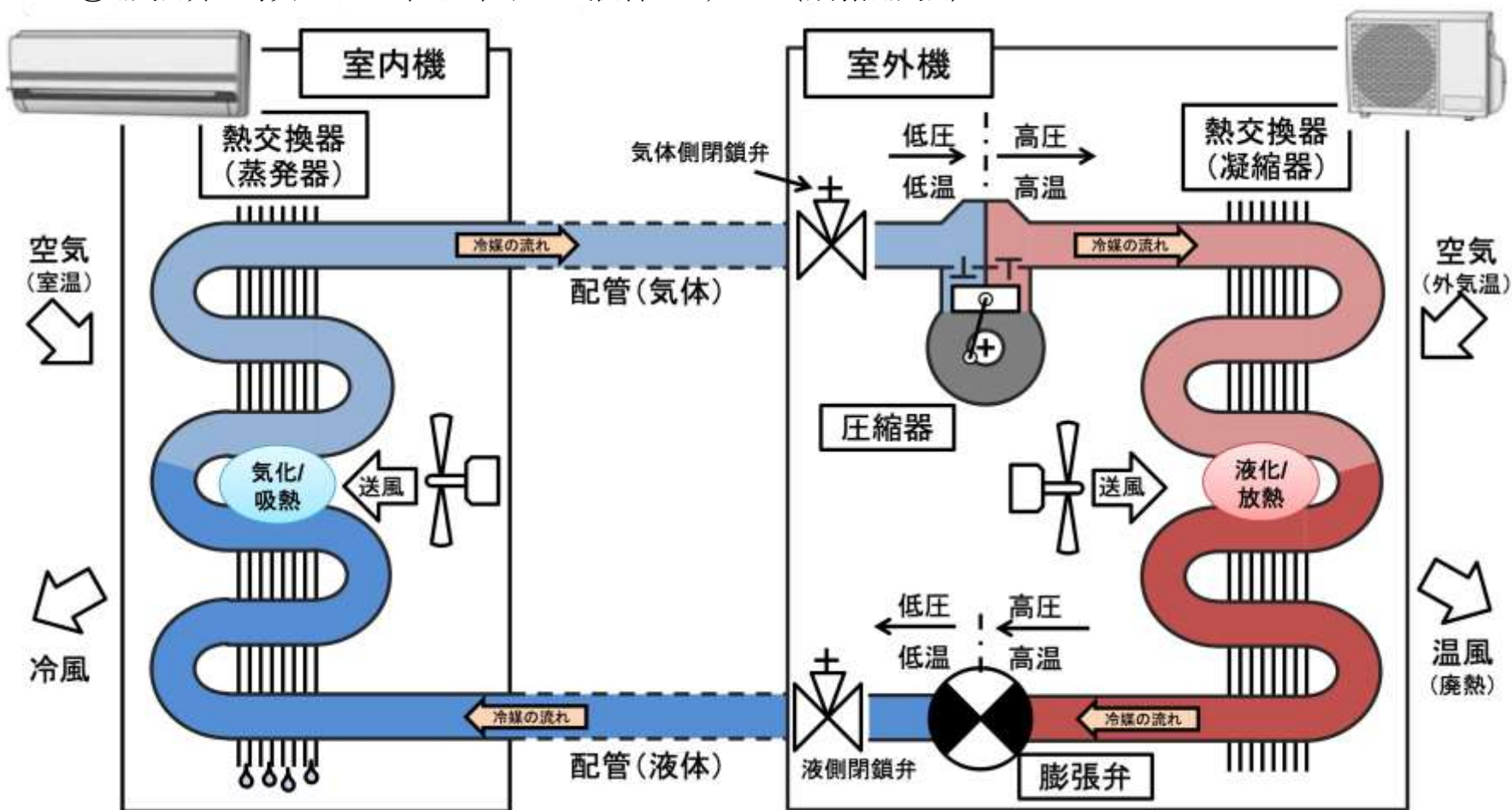


冷媒とは

室内機と室外機の間で熱の運搬を行う物質

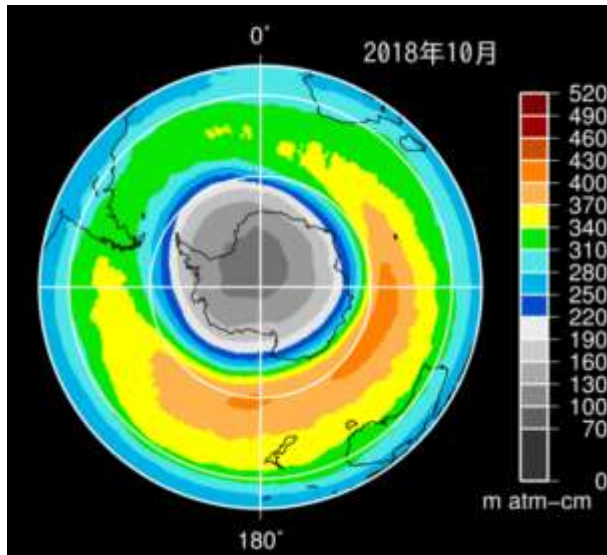
不燃で毒性のないフロン類が使用され、液体・気体の状態かつ高圧（2MP～3MP）で室内・室外間を循環。
冷媒なしには、冷凍空調機器は動作せず！

- 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压の気体冷媒を、圧縮機で高温高压の気体とする（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压の液体とする（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

オゾン層破壊対策



オゾンホール 出典：気象庁

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）

国際動向

国際動向による日本のフロン規制と冷媒の変遷

オゾン層保護

地球温暖化防止

1928年CFCの開発

1960年CFCの爆発的使用

1974年オゾン層破壊メカニズム発見

1985年南極でオゾンホール発見

1987年モントリオール議定書 採択

1992年気候変動枠条約採択

1995年第1回締約国会議COP1

1996年CFCの全廃(先進国)

1997年COP3 京都議定書採択
HFCが温室効果ガスに指定

2019年HFCの段階的削減(キガリ改正)

2020年HCFCの全廃(先進国)

国内法

1988年オゾン層保護法 成立

2001年6月フロン回収・破壊法成立
(議員立法)

2002年フロン回収・破壊法 施行
4月1日第一種特定製品
10月1日第二種特定製品

2005年自動車リサイクル法 施行
1月1日より第二種特定製品は自動車リサイクル法
の枠組みに移行

2007年改正フロン回収破壊法 施行

2015年4月フロン排出抑制法 施行

2019年1月改正オゾン層保護法 施行

2020年4月改正フロン排出抑制法 施行

ポイント

1988年 オゾン層・気候保護産業協議会 設立

1993年 冷媒回収推進・技術センター 設立

廃棄機器からの確実なフロン類の回収

行程管理制度の導入(廃棄機器)

使用時の冷媒漏えい対策

廃棄時の確実な回収(直接罰・刑事罰)

冷媒

CFC冷媒の回収と再生

CFC → HCFC

HCFC → HFC

HFC
代替フロン

2036: HFC → GWP10

代替フロンはフロン類です！



「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CO₂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。

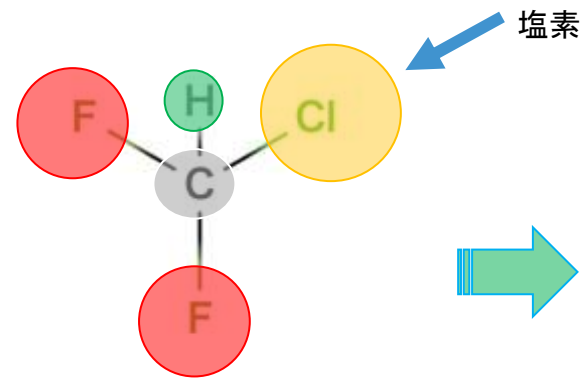
管理者は「フロン排出抑制法」を遵守しなければなりません。

「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。

オゾン層保護のため、塩素原子を除いたものが代替フロン

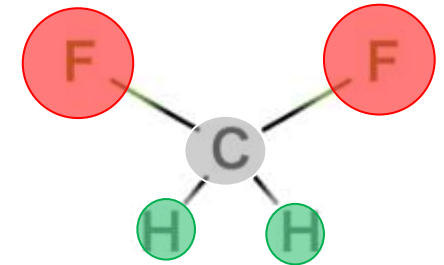


特定フロン



HCFC: R22

代替フロン



HFC: R32

代替の文字がフロンでないと勘違い！

代替フロンはフロンです！



私たちの生活に無くてはならない、冷凍空調機器

その存在と重要性は、ほとんど知られていない

そして

冷凍空調機器には冷媒としてフロン類が今も使用されていることも・・・

世の中から、冷凍空調機器がなくなったら、どうなるのでしょうか・・・

私たちの生活と冷凍空調機器



空調

環境



冷凍・冷蔵

食



製造・その他

産業



IT

情報

住居

Office

学校

病院

商業施設

地域熱供給

冷凍冷蔵倉庫

冷凍コンテナ

冷凍冷蔵車

漁船

ショーケース

飲食店

化学プラント

医療機器

食品製造

発電・送電

農業

研究開発



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

冷媒の一般的な保有量（実量・GWP ton）

工場



工場全体で設備用パッケージエアコン2,000台所有（例）

設備用パッケージエアコン平均冷媒量 13.7kg

$$13.7\text{kg} \times 2,000\text{台} = 27,400\text{kg}$$

台数	平均冷媒量／台	冷媒量ton	t-CO2 eq
2,000	13.7kg	27.4ton	54,800ton

ビル所有者



ビルマルチエアコン 1,000台所有（例）

ビルマルチエアコン平均冷媒量 28.6kg

$$28.6\text{kg} \times 1,000\text{台} = 28,600\text{kg}$$

台数	平均冷媒量／台	冷媒量ton	t-CO2 eq
1,000	28.6kg	28.6ton	57,200ton

算定漏えい量が1,000t-CO₂となる平均台数

空調:機器の平均充填量10Kg、排出係数3.5%で算出すると1,429台以上の保有

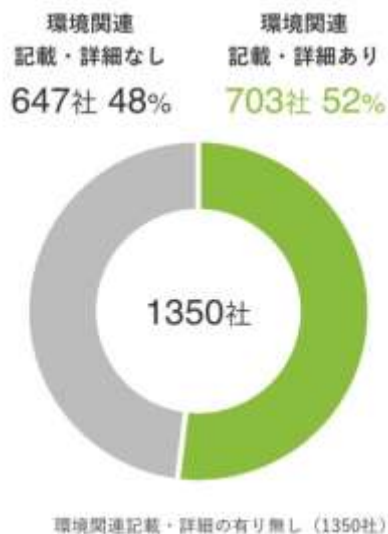
- ・上記は平均値であるため、1,500～3,000台以上の空調機を所有している管理者は報告の対象となる可能性がある。
- ・冷凍機器を併用している場合は、報告対象となる合計台数は所有冷凍機器の台数と種類によっては（1,500～3,000台）より少ない台数となる。
- ・ターボ冷凍機などの大量の冷媒が充填されている機器が事故漏えいした場合はそれ1件だけで報告対象となる場合がある。

	冷媒	GWP（約）	1,000トン相当の冷媒重量Kg $B=1,000/A*1,000$	排出係数	排出係数から1,000トンとなる保有合計冷媒量 $D=(B/C)Kg$	機器平均充填冷媒重量Kg	1,000トンとなる機器台数 $F=D/E$
		A	B		D	E	F
空調	R410A/R22	2,000	500	3.50%	14,286	10	1,429
冷凍	R404A	4,000	250	16%	1,563	50	31

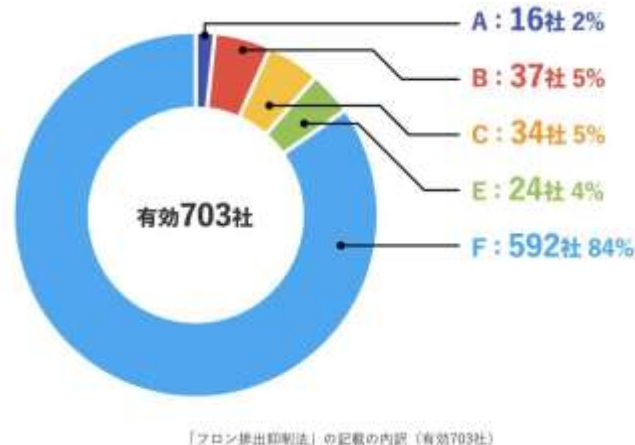
国は想定される報告は約2,000事業者と想定していた

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%。



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

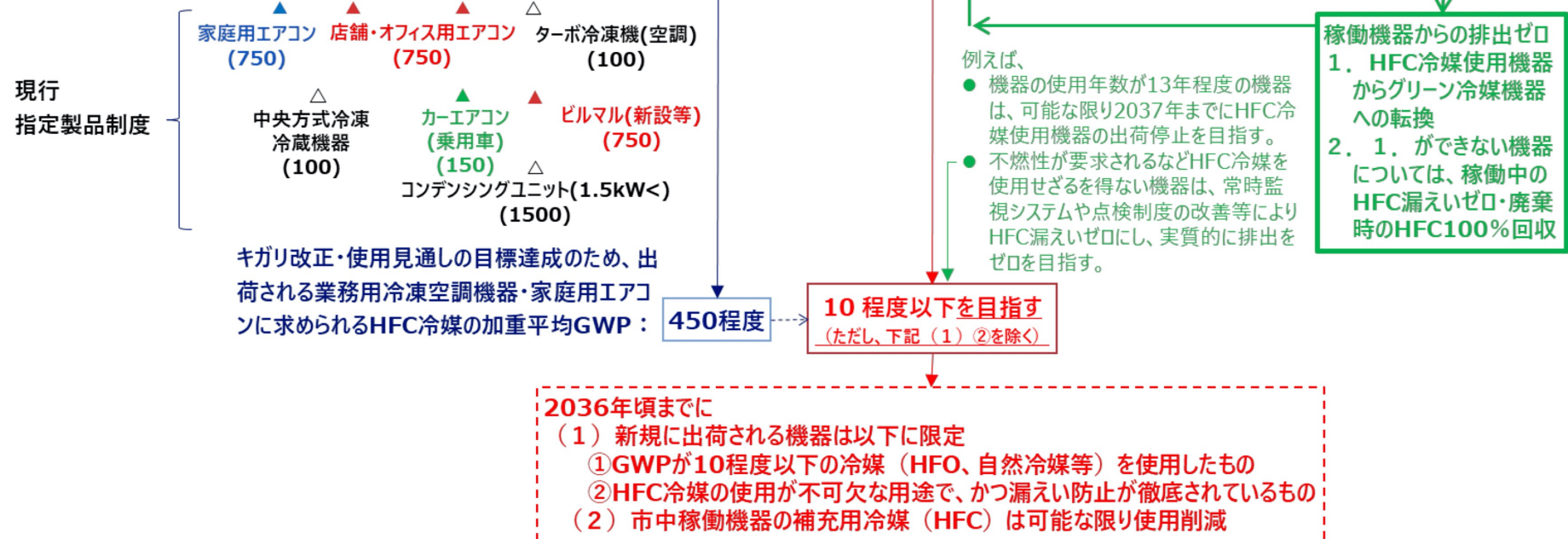
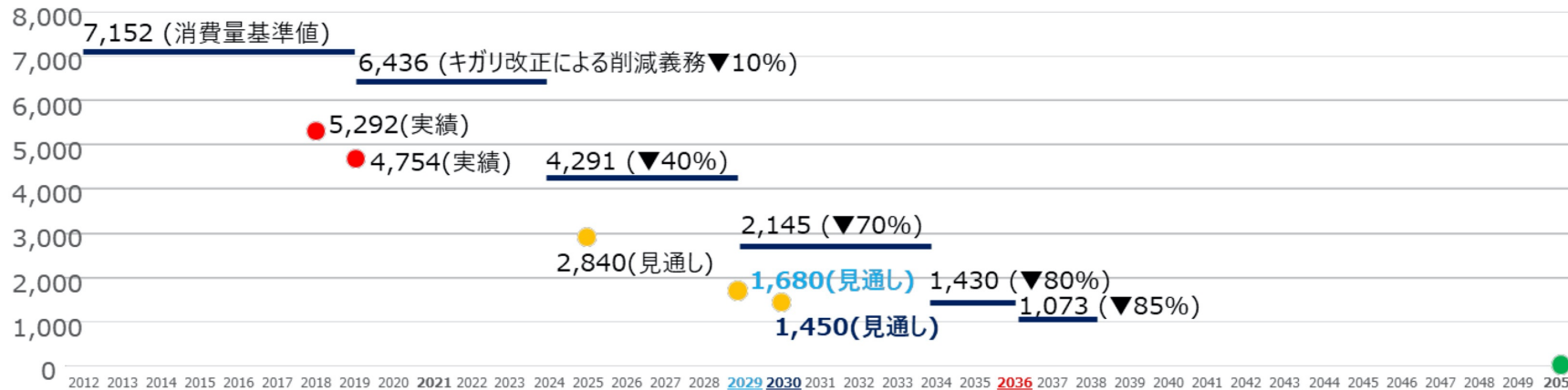


フロンは限りある資源です

- ・ 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

グリーン冷媒導入シナリオ (2036年より)

(万トン-CO2)



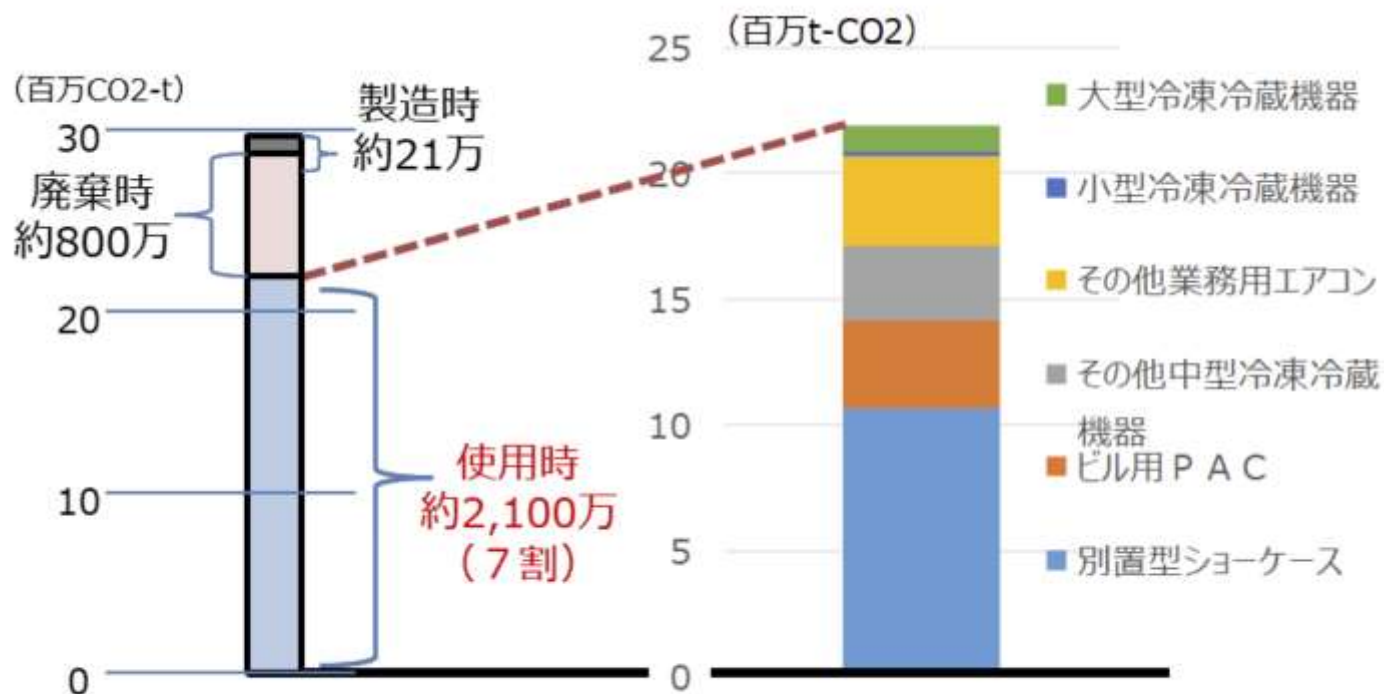
グリーン冷媒・機器の導入シナリオ

出典: 平成25年改正フロン排出抑制法の施行状況の 評価・検討に関する報告書 フロン類等対策小委員会(経産省・環境省)

機器使用時の冷媒漏えい量とキガリ改正

1. 機器使用時の冷媒漏えいは21百万t-CO₂となっている。
2. 実際の機器へのサービス充填量とは、機器使用時の冷媒漏えい量に等しい。
3. キガリ改正により、機器生産用とサービス用で冷媒の取り合いとなる。
4. 数年後にサービス用の補充冷媒の確保も困難となる。

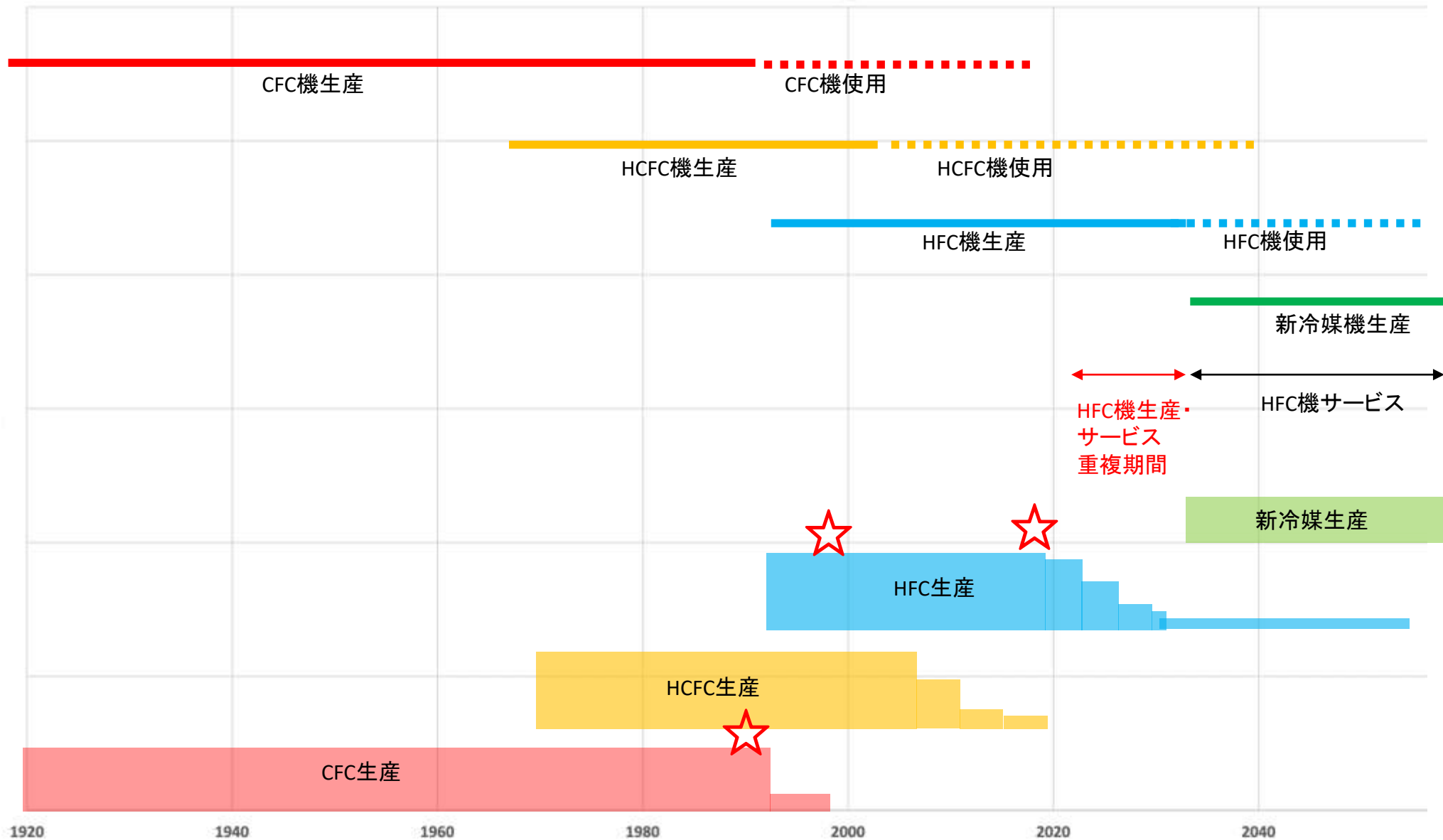
運転中にも漏洩は発生している



出典：第14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WG（平成31年1月）
【資料3-2】1995年～2017年におけるHFC等の推計排出量より作成。

規制による冷媒の変遷とHFCの競合問題による冷媒の枯渇

- CFC段階的生産削減中、機器メーカーはHCFCを使用、補充冷媒との競合なし
- HCFC段階的生産削減中、機器メーカーはHFCを使用、補充冷媒との競合なし
- HFC段階的生産削減中、機器メーカーはHFCを使用、補充冷媒との取合いが起こる



生産時の冷媒使用量（推定）

今後の生産における分野別冷媒の使用量の合計は、下記にの手法で推定した。

1. 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3-2）「1995年～2020年におけるHFC等の推計排出量」を資料とした。

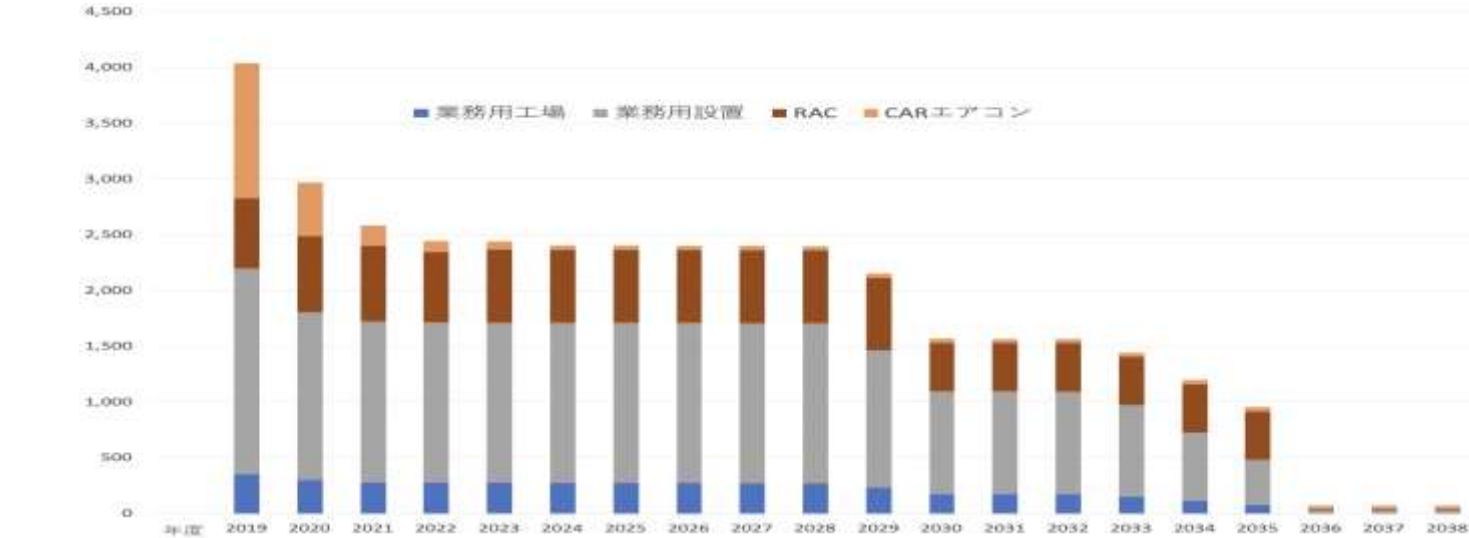
2. 業務用冷凍冷蔵空調機器製造における、冷媒充填量、生産台数、設置時充填量

3. 家庭用エアコン製造における、冷媒充填量、生産台数

4. カーエアコン製造における、冷媒充填量、生産台数、 2020年度の冷媒出荷実績（R134a）

5. 上記に、指定製品制度によるGWP値、グリーン冷媒導入シナリオ

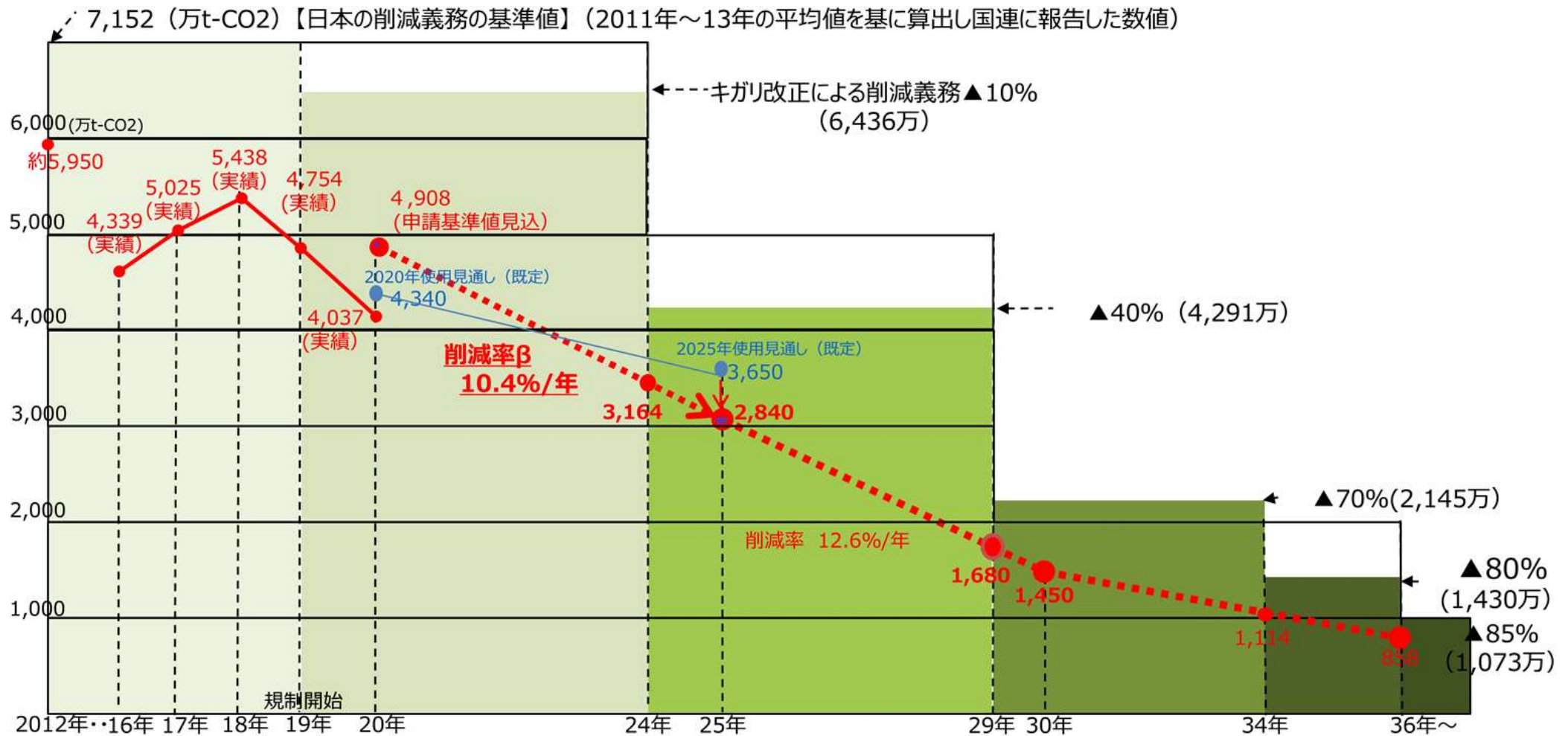
6. 2020年度の冷媒出荷実績



年度	2019	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	700	600	450	450	450	400	300	200	10	10	10
	出荷台数（K台）	1,400	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	4	3	3	3	3	3	3	3
	出荷合計GWP万トン	355	302	277	278	277	275	275	274	273	272	232	173	173	172	152	114	76	4	4
	設置時充填量	19	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
RAC	設置合計GWP万トン	1,842	1,503	1,448	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437	1,232	924	924	924	821	616	411	21	21	21
	市中稼働台数（K台）	18,738	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
	平均GWP	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	450	450	450	450	450	450	10	10	10
	出荷台数（K台）	9,344	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
	工場充填量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CAR	出荷合計GWP万トン	383	414	425	374	395	393	392	390	388	387	385	256	256	255	255	254	254	10	10
	市中稼働台数（K台）	113,317	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
	平均GWP	300	200	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	出荷台数（K台）	8,140	4,866	2,500	2,000	1,500	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	0.50
CAR	出荷合計GWP万トン	1,214	484	186	99	75	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

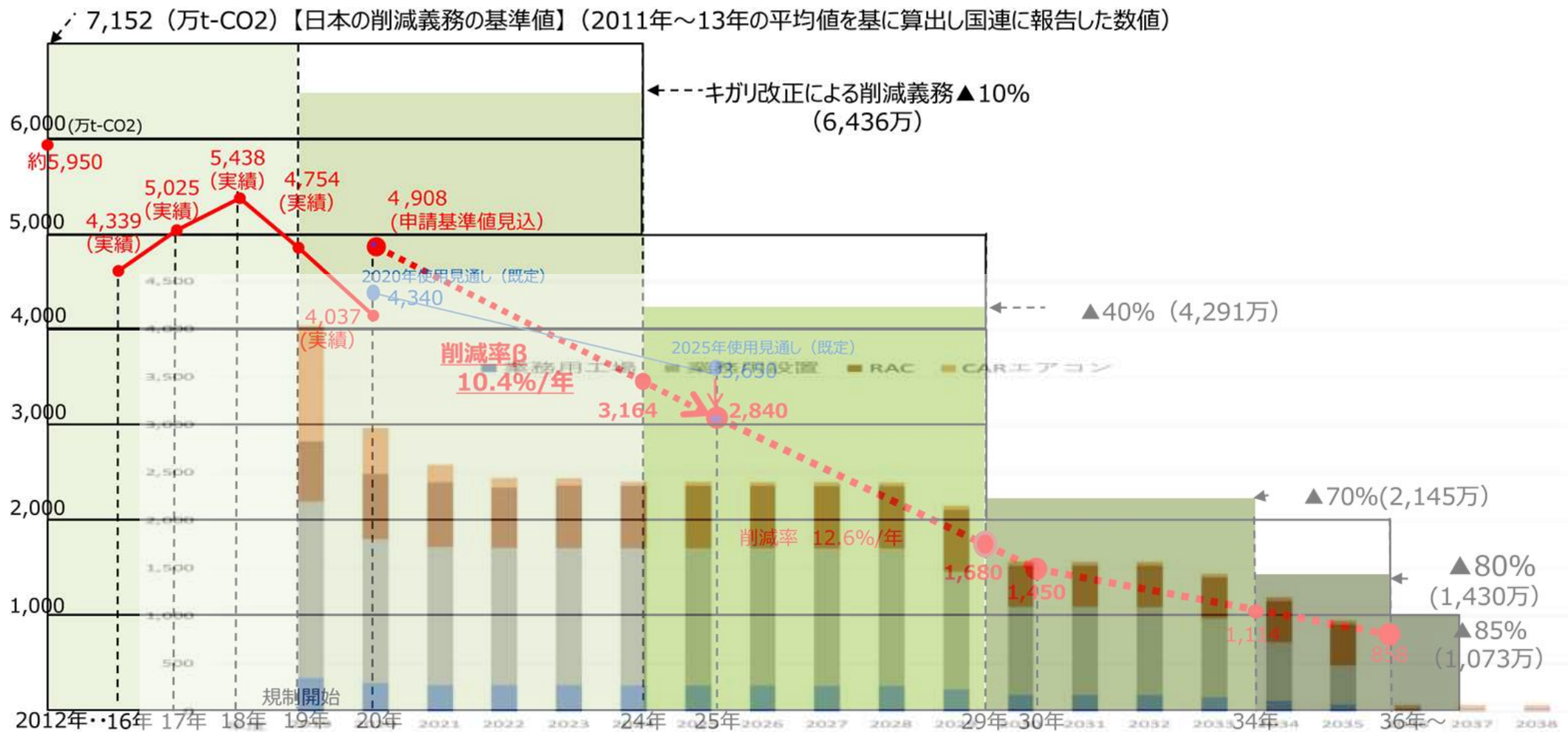
キガリ改正と実行計画

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



キガリ改正と機器生産用冷媒使用量

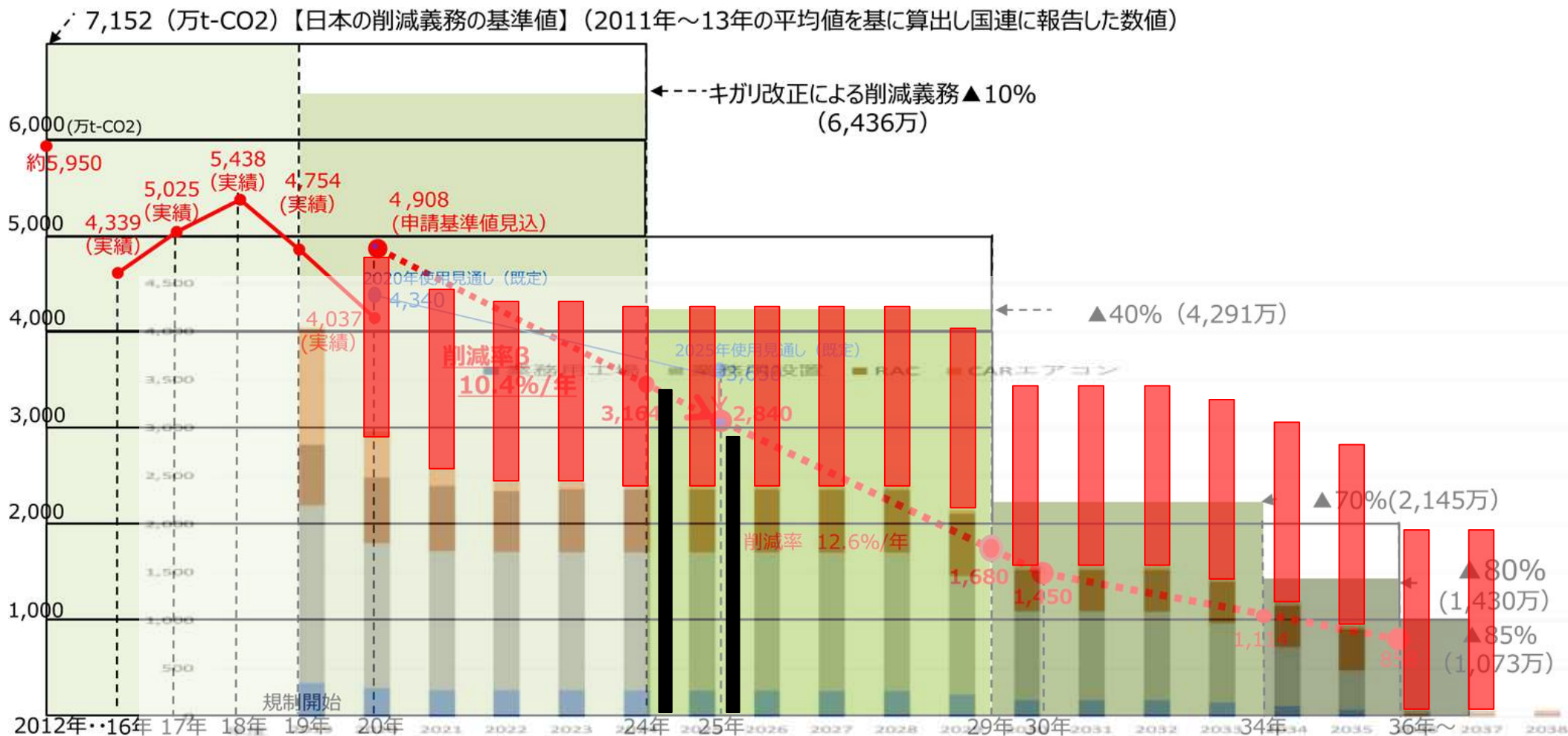
令和4年4月22日 経済産業省 製造産業局 化学物質管理課 オゾン層保護等推進室
フロン類等対策ワーキンググループ（資料1）
に冷媒使用量想定値の重ね合わせ



キガリ改正と機器生産用冷媒使用量＋補充冷媒量

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）出荷目標値 2024年：3,161万トン 2025年：2,831万トン（黒色棒グラフ）
に冷媒使用量想定値＋整備時の補充冷媒量（2,100万トン）（赤色棒グラフ）の重ね合わせ



新冷媒と冷凍空調機器



代替フロンに代わる新冷媒の開発には時間がかかります。

条件：低GWP(10以下)、不燃(?)、高効率



新冷媒は従来機器に使えません。(入替はできない)

新しい新冷媒対応の機器の購入が必要です。



国内の業務用冷凍空調機器は2,000～3,000万台あります。

全ての機器が入れ替わるまでかなりの時間がかかります。

それまでは、代替フロンを大切に使用しなければなりません。

(機器使用時の漏えい対策、機器廃棄時の確実な冷媒回収)

フロン類の管理とリユースによる持続的社会

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



今までは・・・

冷凍空調機器のフロンは無害・無臭・安価

冷媒漏えい：常識！

整備時は躊躇せずに充填！

冷媒の充填・回収を経営数値に入れていない！

これからは・・・

定期点検による使用時の冷媒漏えい対策

廃棄時の確実なフロン回収と回収量の把握

企業として所有機器とフロン類総量の管理と把握

社内規定修正：破壊→再生

漏えいを減らす（REDUCE）

再生冷媒を使う（REUSE）

回収冷媒を再生する（RECYCLE）

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. コンプライアンス: 「フロン排出抑制法」遵守

(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SDGs目標へ

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

フロン排出抑制法遵守とフロン類の経営数値化

業務用機器の寿命・・・HFC冷媒は機器の寿命まで不可欠（20～30年）

HFC機を寿命まで大切に使う・・・経費削減

新規冷媒専用機器への買い換え・・・経費増



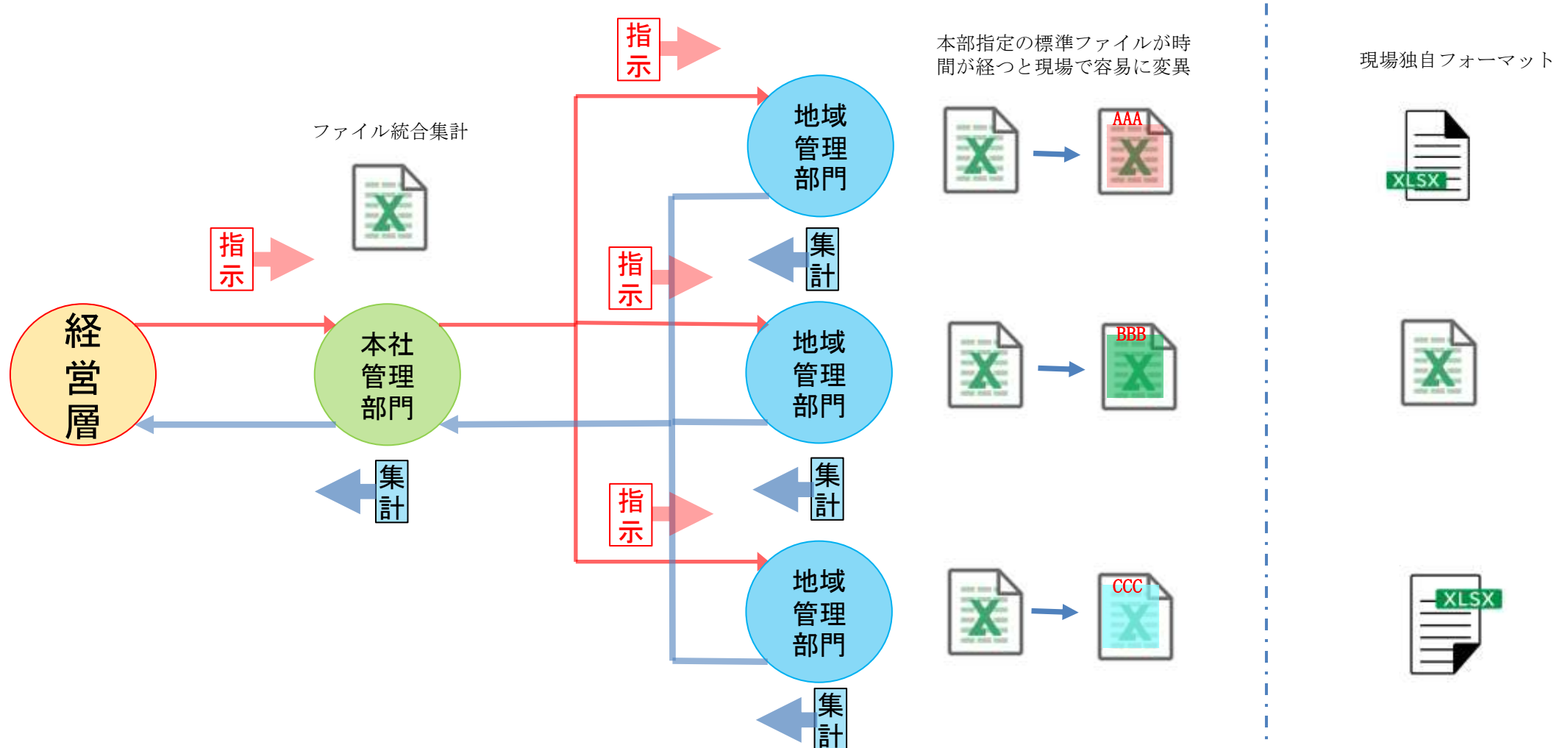
経営者の責務として経営数値に反映

- ・ 会社保有の全冷媒量・種の把握
 - ・ 購入（補充）冷媒量・種の把握
 - ・ 機器廃棄時の回収冷媒量・種の把握
 - ・ 定期点検・簡易点検実施の把握
 - ・ フロン排出抑制法の遵守
-
- ・ フロン関係の経営数値を統合報告書、ESGレポート等で報告

本社管理部門の負荷・・・Excelは現場で変異

本社管理部門のコストアップ要因

1. 指定ファイルがいつの間にか、現場で仕様が変わってしまう
2. 現場毎にファイルフォーマットが異なる
3. 現場からのファイルの吸い上げに時間がかかる





人に依存しない

属人業務からの解放へ

Excelからクラウドへ

携帯アプリの感覚で

何時でも、何処でも、誰でも！



冷凍空調機の市中ストック台数

「冷凍空調機器の市中ストックが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）

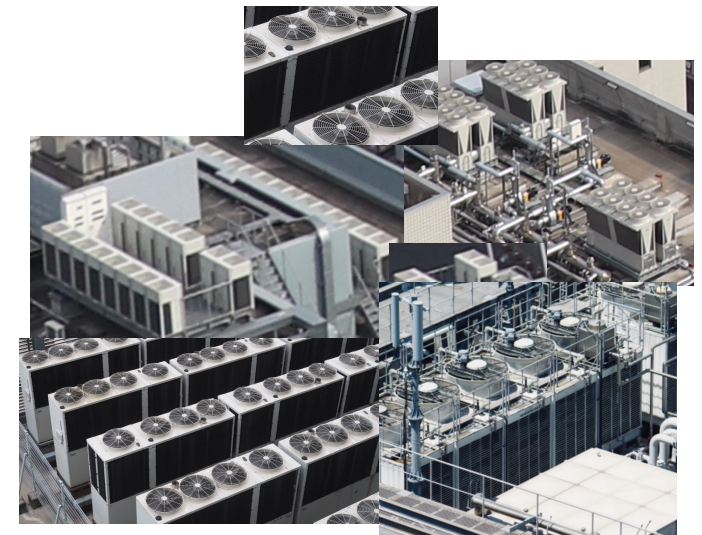
事業所系建物とは公共建物をはじめとする全事業所の建物、例えば、オフィスビル、商業ビル、店舗などをいう。約1,000業態の事業所、店舗など。



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

240万台（一般社団法人 全国清涼飲料連合会より）

商業	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	2,622	
	リカーショップ	1,590	
	衣料品スーパー	6,665	
	ディスカунター	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	
データセンター	商業施設	1,250	
	その他	2,087	
	飲食店	619,711	
	合計	739,009	
オフィスビル	(2015年)	110拠点	15TWh
		10,572棟	131,178万㎡



2～3,000万台と推定

