



冷媒フロン対策の変遷と将来課題・解決

～フロン類の管理とフロン排出抑制法の遵守～

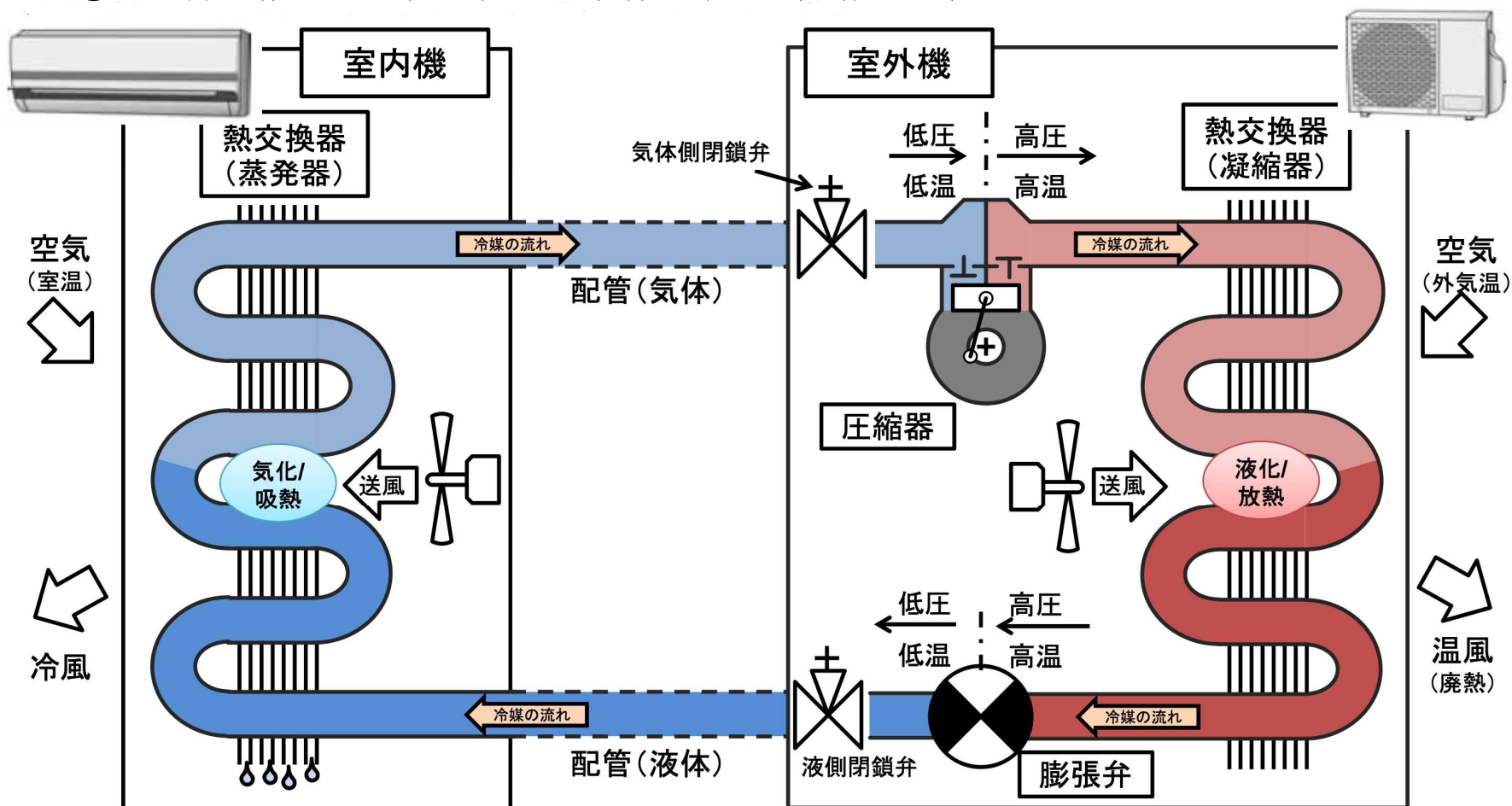


冷媒とは

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！

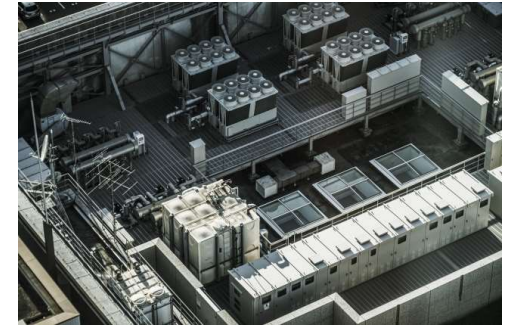
- 冷房の場合：
- ①室内機の蒸発器で液体冷媒を気化させて熱を奪い取る（吸熱）
 - ②蒸発器で発生した低温低圧の気体冷媒を、圧縮機で高温高圧の気体とする（断熱圧縮）
 - ③室外機の凝縮器で放熱して液化する（放熱）
 - ④膨張弁で減圧して低温低圧の液体とする（断熱膨張）



出典：経済産業省産構審フロン対策WG 平成26年2月24日

冷媒問題と冷凍空調機器

1. 増大する冷凍空調機器需要

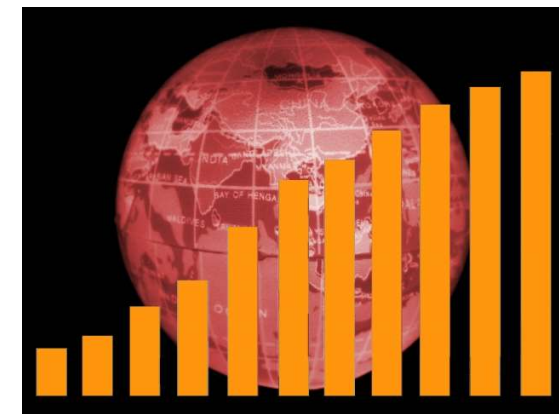


2. 冷媒（フロン類）と環境問題

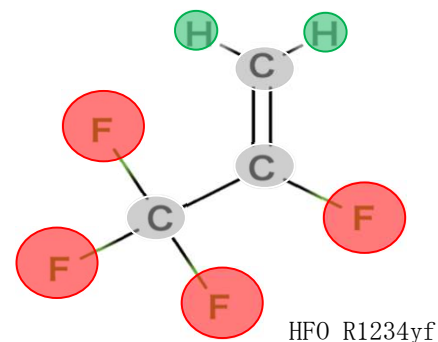


3. 環境対策による、フロン類の国際的な生産削減と機器の使用

4. 国内の温室効果ガス（HFC）の排出



5. 次世代冷媒と課題



冷凍空調機器と私たちの生活



空調

環境

住居

Office

学校

病院

商業施設

地域熱供給



冷凍・冷蔵

食

冷凍冷蔵倉庫

冷凍冷蔵車

ショーケース

冷凍コンテナ

漁船

飲食店



製造・その他

産業

化学プラント

食品製造

農業

医療機器

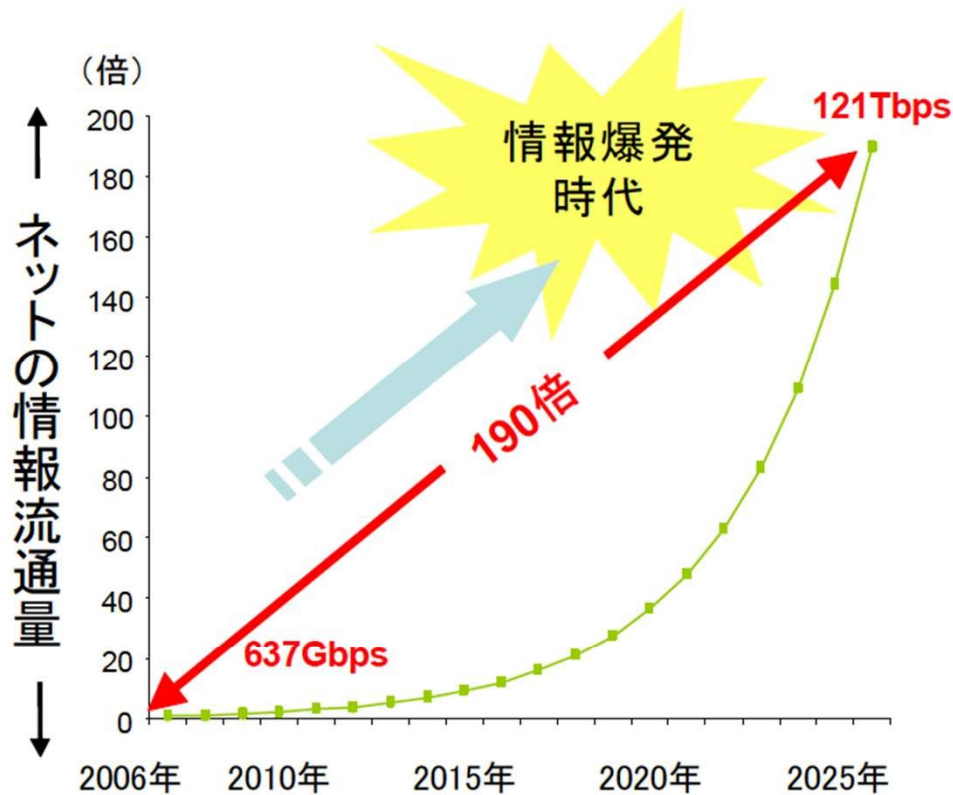
発電・送電

研究開発

冷凍空調機器の新たな膨大な需要

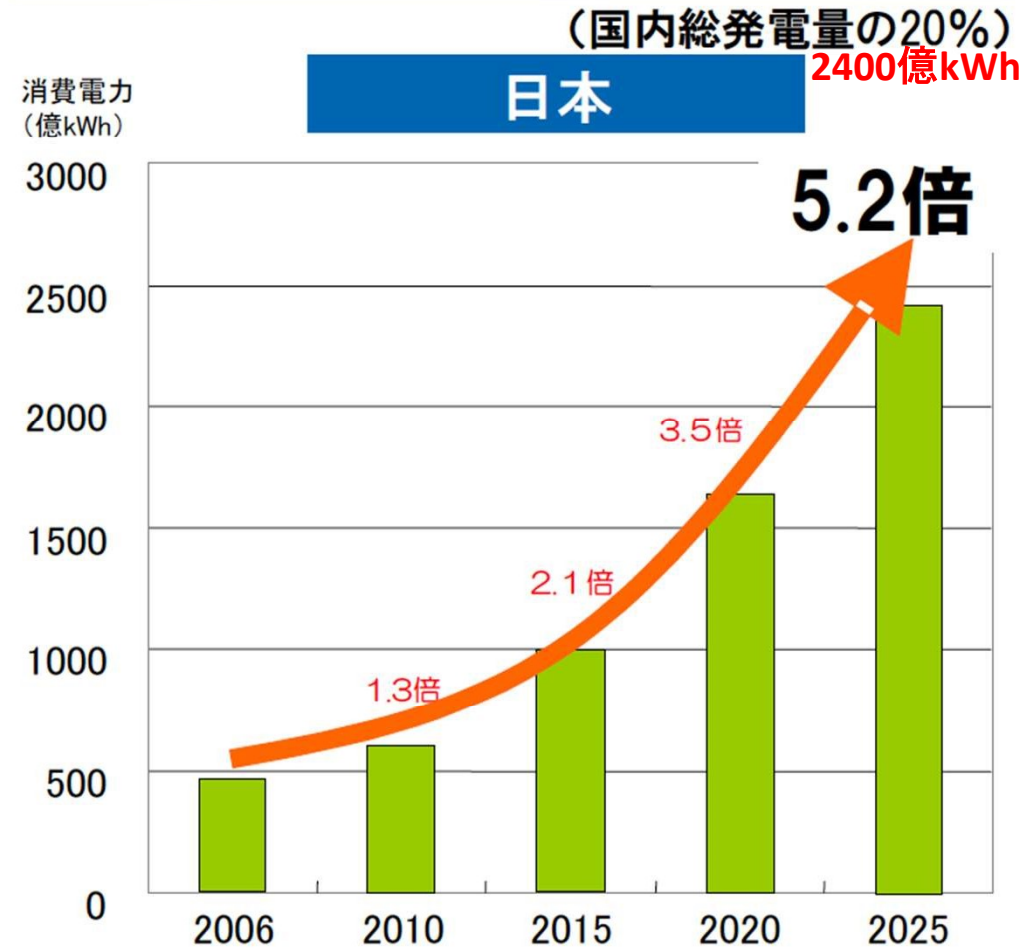
増大する情報量と冷凍空調機器

情報爆発時代の到来



出典: 経済産業省

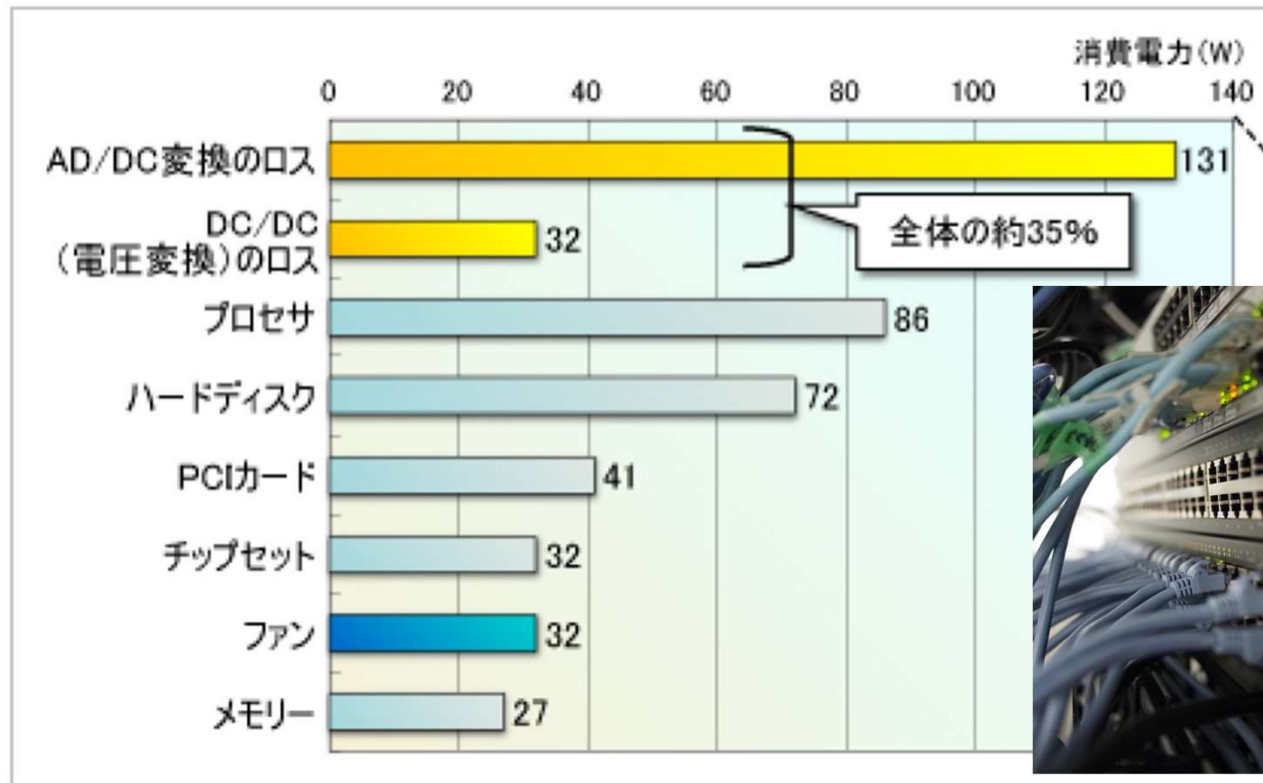
IT機器の消費電力量が急増



データセンター内の消費電力

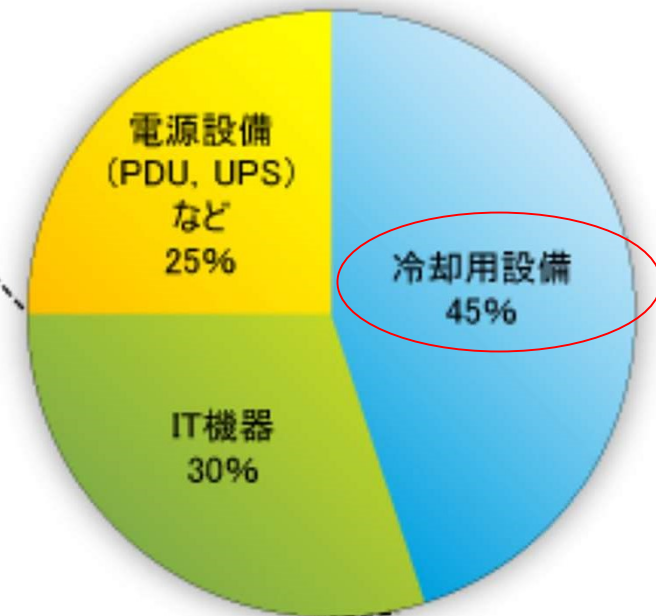
データセンターでは、全消費電力の45%を冷却設備が占める。

サーバー内の電力消費量



出典：米インテルの調査

データセンターにおける電力消費の割合



出典：米 APC の資料

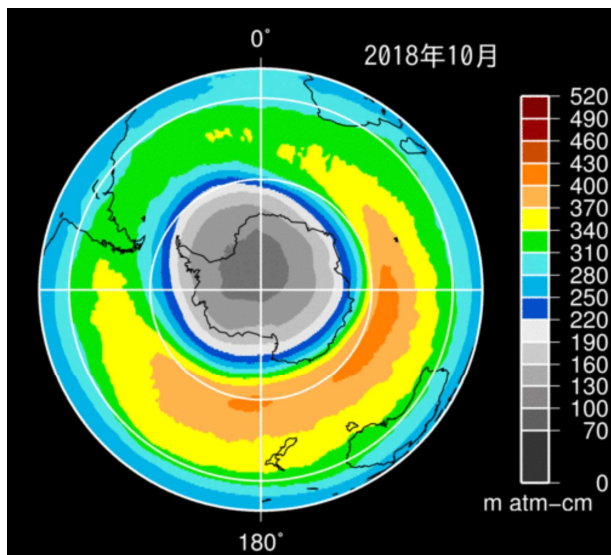
「京」コンピュータ 通常の消費電力は約10MW 一般家庭3~4万世帯分(電気代:22~29億円)

CPU数 88,128個 (58W/CPU)・・・88,128X58W=5.1MW

「富岳」のCPU数は15万個以上で消費電力は「京」約3倍となる

冷媒(フロン類)に付随する環境問題

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)

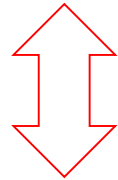
呼称「代替フロン」からの誤解と勘違い

1980年代	健康被害という観点からフロン問題が国民にも浸透
1990年代	オゾン層を破壊しないHFCを「代替フロン」と呼称し、冷媒転換を始めた
	<u>企業・国民の間では、もはや「フロン」は存在しないものと思われている！</u>
1997年12月	京都議定書（COP3）でHFC（代替フロン）が温室効果ガスに指定
2019年1月	HFCの段階的削減の開始

勘違い



代替フロン



フロンでない



CSRレポート

オゾン層を破壊するCFC、HCFC（特定フロン）だけを記載している企業も多々見受けられる。

国際動向による日本のフロン規制

国際動向

70年代	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
	1978年CFC生産能力凍結
	1985年ウィーン条約 採択
	1985年南極でオゾンホール発見
80年代	1987年モントリオール議定書 採択

90年代	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

2000年代	2019年HFCの段階的削減(キガリ改正)
	2020年HCFCの全廃(先進国)

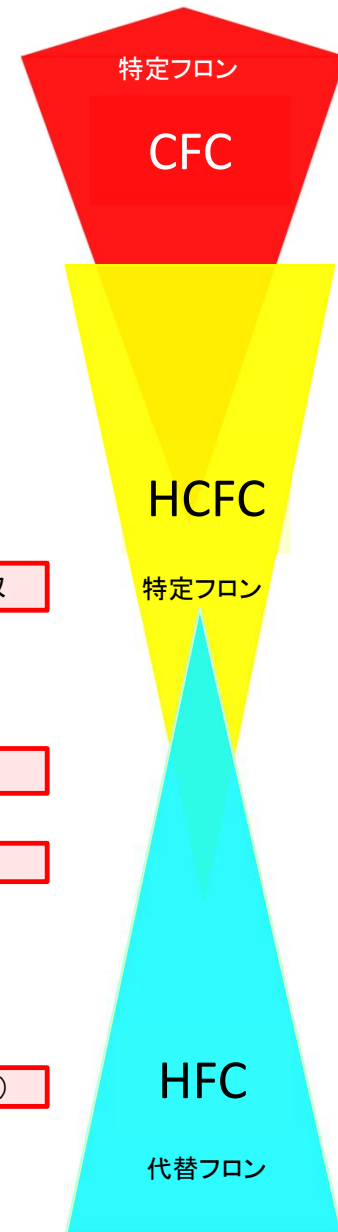
国内法

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

- 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)

冷媒の市中ストックイメージ



モントリオール議定書に基づく削減スケジュール

オゾン層破壊物質である、CFCとHCFCは下記のスケジュールで削減と全廃となる。
特に国内でまだ多く使用されている、HCFCでR22は2020年より新規の生産ができなくなる。

今後ともR22機器を使うために

1. 使用時の冷媒漏えいを減らす（簡易点検・定期点検）
2. 廃棄時の冷媒を確実に回収し、再生する
3. 社内の廃棄時の冷媒処理規定を破壊から再生に変更する
4. 家庭用エアコンの処分は必ず家電リサイクル法にしたがって廃棄する

CFC ■ 先進国 ■ 開発途上国

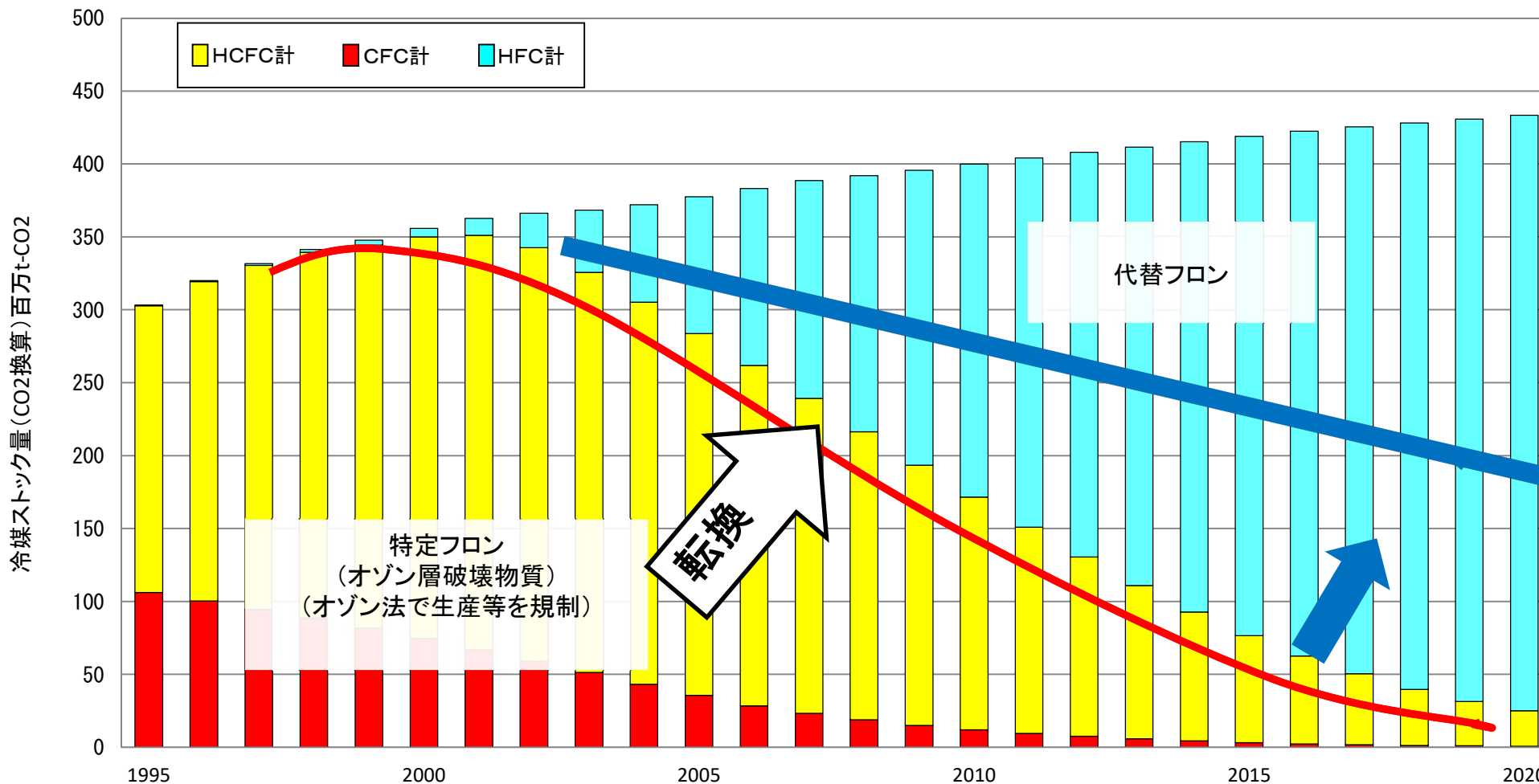


HCFC



冷凍空調機器における冷媒の市中ストック(BAU推計)

10年前の予想ではHCFCの使用は2020年には無くなっているとされたが、まだ50%程度は使用されている



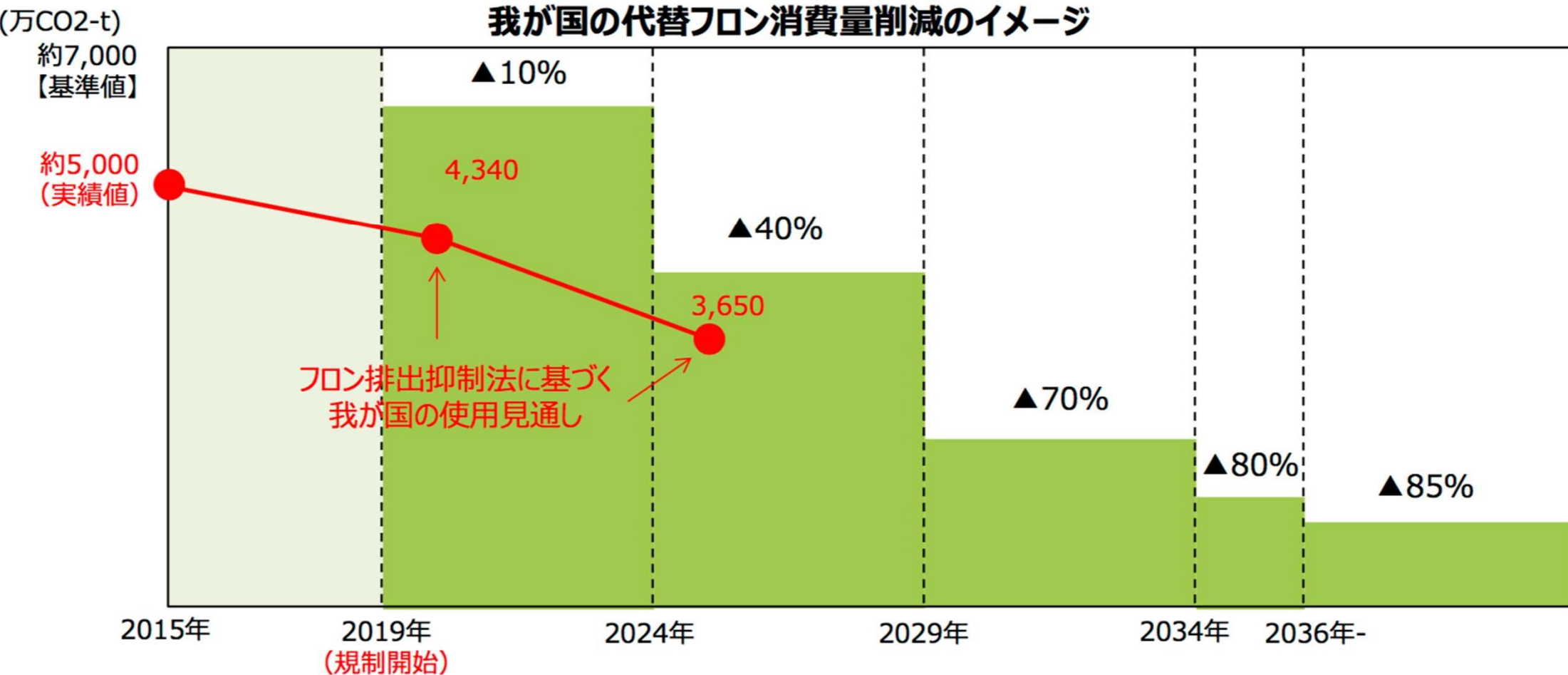
BAU: Business As Usual ※フロン分野の排出推計においては、現状の対策を継続した場合の推計を示す。

出典: 実績は政府発表値。2020年予測は、冷凍空調機器出荷台数(日本冷凍空調工業会)、使用時漏えい係数、廃棄係数、回収実績等から経済産業省試算。

キガリ改正とは HFCの生産量の削減

2019年1月1日にモントリオール議定書のキガリ改正に批准

今後のHFC使用の機器の整備や生産ができなくなる！



出典：モントリオール議定書キガリ改正への対応と最近の動向について
平成30年1月11日 経済産業省製造産業局 オゾン層保護等推進室

地球温暖化対策計画 政府方針

地球温暖化対策計画(2016年5月策定・・・閣議決定)

(百万トン-CO2)

	2005年度 実績	2013年度 実績	2030年度 目標(目安)
エネルギー起源CO2	1,219	1,235	927
非エネルギー起源CO2	85.4	75.9	70.8
メタン(CH4)	39.0	36.0	31.6
一酸化二窒素(N2O)	25.5	22.5	21.1
代替フロン等4ガス	27.7	38.6	28.9
HFCs	12.7	31.8	21.6
PFCs	8.6	3.3	4.2
SF6	5.1	2.2	2.7
NF3	1.2	1.4	0.5
総計	1,397	1,408	1,079

※2030年度エネルギー起源CO2は目安値、その他は目標値

	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2030年度 目標
代替フロン等4ガス	45.3	48.8	51.0	52.8	28.9
HFCs	39.3	42.6	44.9	47.0	21.6
PFCs	3.3	3.4	3.5	3.5	4.2
SF6	2.2	2.2	2.1	2.0	2.7
NF3	0.57	0.63	0.45	0.28	0.5

- ・2030年における全温室効果ガスの削減量は、左記の削減値に吸収量の目標を加え、2013年度比26.0%減となる。
- ・代替フロン等4ガスは2013年度比25.1%の減となる。

廃棄時回収率: 50%(2020年)、70%(2030年)

代替フロン等4ガスに関する対策

- ①ガス・製品製造分野におけるノンフロン・低GWP化の推進
- ②業務用冷凍空調機器の使用時におけるフロン類の漏えい防止
- ③業務用冷凍空調機器からの廃棄時等のフロン類の回収の推進
- ④産業界の自主的な取り組みの推進

2018年度(平成30年度)の温室効果ガス排出量(確定値:電気・熱配分後)



日本全体
1,240百万トン



産業部門(工場等)
398百万トン



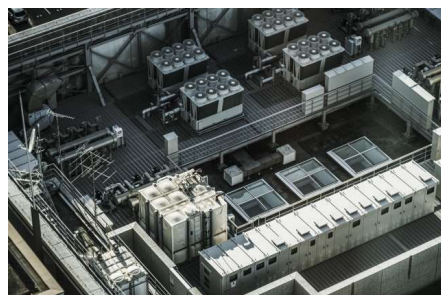
家庭部門
166百万トン



商業・サービス・事務所等
196百万トン



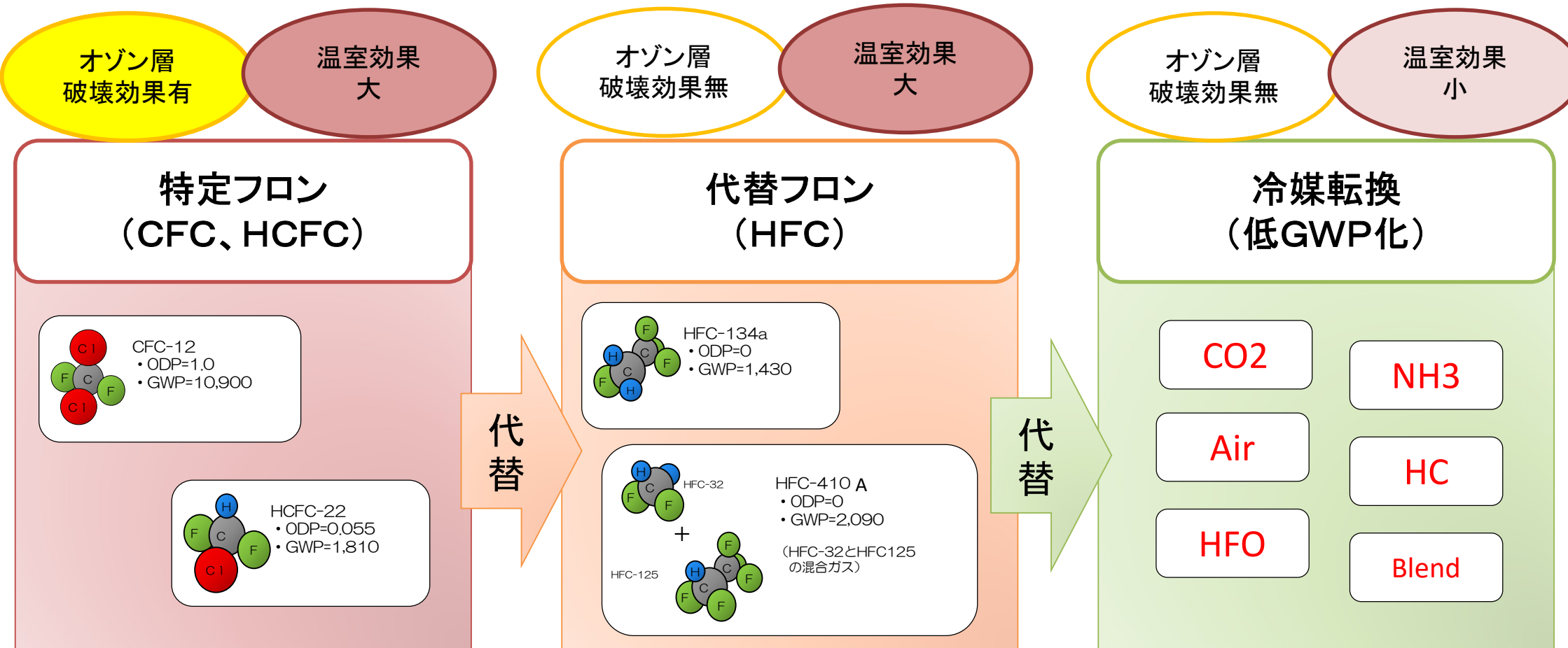
製油所・発電所
95.1百万トン



代替フロン(HFCs)
47.0百万トン

冷媒の変遷と低GWP冷媒への政府目標

国の方針は次世代冷媒（低GWP）への転換、だが全ての冷媒を次世代冷媒に切り替えるには大きな課題がある



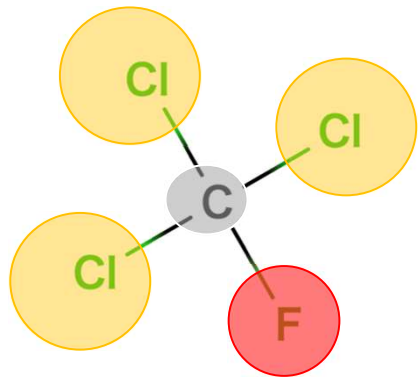
出典:平成28年度 経済産業省 オゾン層保護等推進室 環境省 フロン対策室 資料

オゾン層保護、温暖化対策によるフロン類の変遷

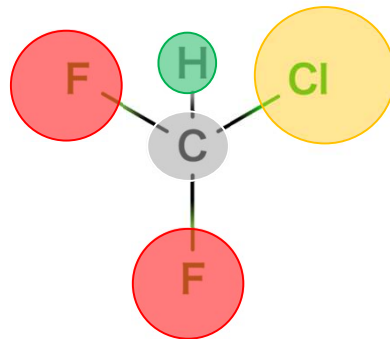
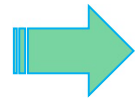
①CFC→HCFC オゾン層保護のため「水素」を入れて分解を早めODP値を1/50とした。

②HCFC→HFC オゾン層保護のため、完全に塩素を無くした

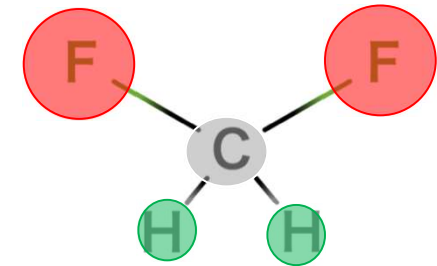
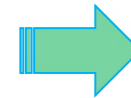
いずれも、炭素に接続する物質を変更して規制を乗り越えた (難易度：小)



CFC: R11



HCFC: R22

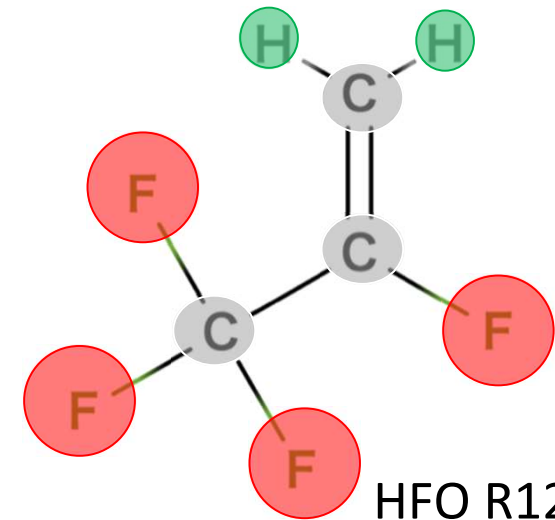


HFC: R32

③HFC→HFO 壊れやすい炭素の二重結合構造を分子内に入れ、GWPを「0」とした。

構造的にも複雑な物質。

製造的 (難易度：大、コスト：大)



HFO R1234yf

次世代冷媒とは何があるか

CO₂

低温・高温領域:空調用途にはエネルギー効率から不向き

Air

超低温用途(-60℃倉庫など):COP悪い

NH₃

冷凍・冷蔵倉庫(現在は二次側にCO₂利用)
環境省補助事業での冷凍・冷蔵倉庫では主流

HC

家庭用冷蔵庫(冷媒としての効率は良い)
一体型ショーケースに一部利用
*市場でフロンをプロパンに入替のケースあり(要注意)

HFO

HFCの一種で、炭素が二重結合であるため分解しやすい→低GWP
単独で利用出来るのは、カーエアコン、ターボ

Blend

効率を上げるためHFOとR32などとの混合:微燃性
現在各社が混合冷媒を様々検討
R448A(R32と5種混合)
R463A(R32と5種混合)

有毒
微燃性

強燃性

高価
微燃性

フロン排出抑制
制法対象
高価
微燃性

次世代冷媒の動向

用途	数量	現冷媒	候補冷媒	備考
家庭用エアコン	1億台以上	R410A/R22	R32 新機種より導入済	家電リサイクル実績より推定 市場ストック R22:40% R410A:60%
店舗・オフィス用エアコン (小型)	2,000万台以上	R410A/R22	R32 小型は新機種より導入済	市場ストック R22:25% R410A:75%
店舗・オフィス用エアコン (大型)				導入に向けて検討中
ショーケース	100万台以上	R404A/R22	R448A等	市場ストック R22:50% R404A:30%
冷凍冷蔵倉庫		R22	NH ₃ /CO ₂ 等	自然冷媒使用機器 20%(2017年)→30%(2018年) R22使用機器 67%(2017年)→58%(2018年)

冷媒の危機と企業の取り組み

企業では多くの冷凍空調機器を使用



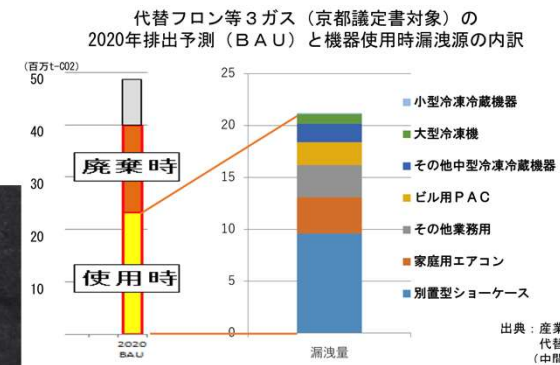
1. 冷媒の環境影響と対策

2. 自社使用機器の台数と冷媒量

3. 冷凍空調機器：使用時・廃棄時の冷媒漏えい対策

4. 冷媒の生産削減問題と再利用

5. 企業のフロン課題への認識向上



自社使用の冷凍空調機器・・・台数と冷媒量の把握

工場



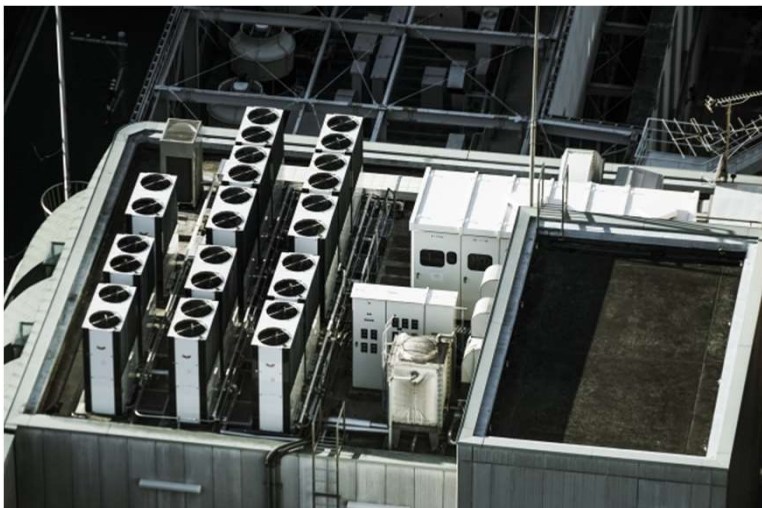
工場全体で設備用パッケージエアコン2,000台所有（例）

設備用パッケージエアコン平均冷媒量 13.7kg

$$13.7\text{kg} \times 2,000\text{台} = 17,400\text{kg}$$

台数	平均冷媒量/台	冷媒量ton	t-CO2 eq
2,000	13.7kg	17.4ton	34,800ton

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

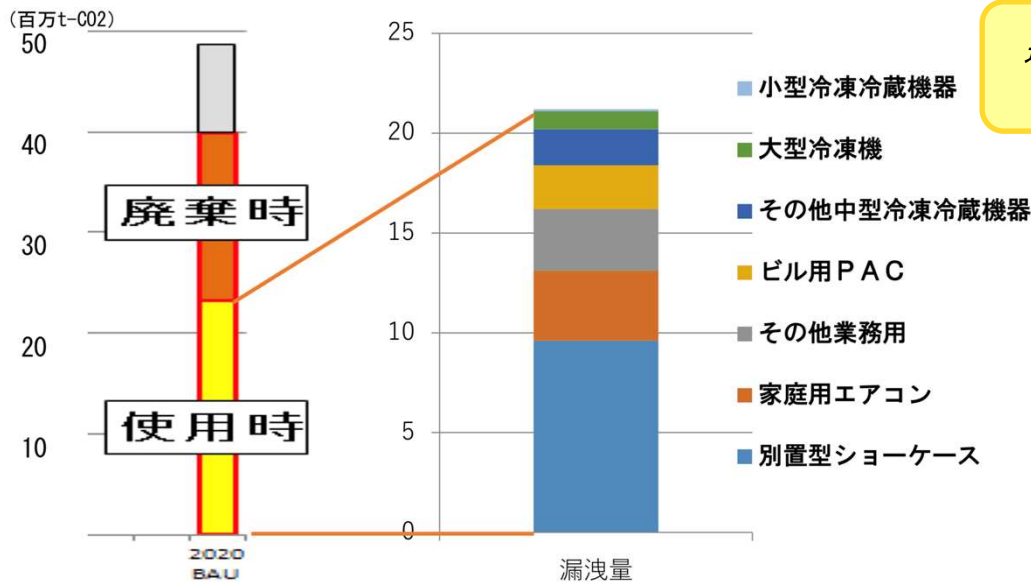
$$28.6\text{kg} \times 1,000\text{台} = 28,600\text{kg}$$

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

機器使用時と廃棄時・・・冷媒漏えい問題

1. 機器使用時の冷媒漏えいは23百万t-CO₂と2020年の予想となっている。
2. 2018年度のHFCの排出量は49百万t-CO₂と項1の予想より2年早まっている。
3. 実際の機器へのサービス充填量はほぼ20～25百万t-CO₂である。
4. キガリ改正による生産量の抑制により、数年後にサービス用の補充冷媒の確保も困難となる。

代替フロン等3ガス（京都議定書対象）の
2020年排出予測（BAU）と機器使用時漏洩源の内訳



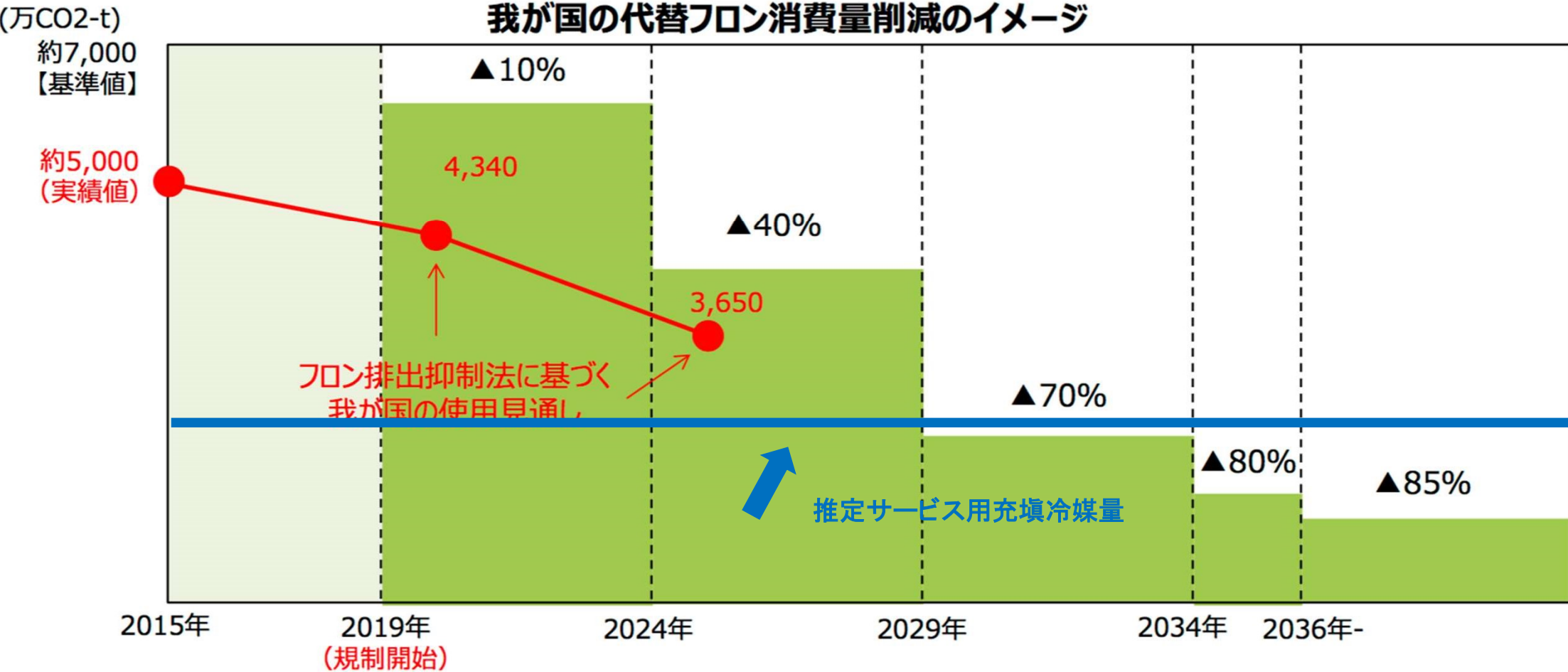
運転中にも漏洩は発生している

	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2030年度 目標
代替フロン等4ガス	45.3	48.8	51.0	52.8	28.9
HFCs	39.3	42.6	44.9	47.0	21.6
PFCs	3.3	3.4	3.5	3.5	4.2
SF6	2.2	2.2	2.1	2.0	2.7
NF3	0.57	0.63	0.45	0.28	0.5

出典：産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会
代替フロン等3ガスの排出抑制の課題と方向性について
(中間論点整理) 参考資料より

機器使用時漏えい・・・冷媒（HFC）の生産削減の認識

今後、機器整備（サービス）時の冷媒確保困難になり価格問題



出典：モンリオール議定書キガリ改正への対応と最近の動向について
平成30年1月11日 経済産業省製造産業局 オゾン層保護等推進室

機器使用時漏えい・・・経営層の認識の違い:変動費vs固定費

1. 冷凍・空調機器の電気代・整備費用(フロン交換費):
製造・販売原価(変動費)

製造・販売に冷凍・空調機類を使用している業種
(化学・食品製造、食料品小売等)

経営:フロン類は管理物質と認識



2. 事務所、製造現場での空調機の電気代・整備費用:
一般管理費(固定費)

空調機器を備品・設備として使用している業種
(一般企業)

収益活動に空調機を直接的に使用していない業種

経営:フロン類は管理物質との認識が乏しい



機器使用時漏えい・・・今後の課題と現実

現在使われている業務用機器の寿命：今後20～30年

次世代冷媒は全ての業務用機器には対応できず、今後もHFCの利用は不可欠！

HCFC

R22補充用冷媒の生産が2020年より中止（モントリオール議定書）
今後の使用は再生冷媒のみ可能

HFC

キガリ改正により、生産量は年々削減される。

高GWPの冷媒は生産の削減対象となる。
例：R404A (3,920)、R410A(2,090)



冷媒の価格の高騰→整備費用の高騰（ビル空調・ショーケースなど）

R404Aの入手困難が起こり始めている→生鮮食品などへの影響

機器使用時漏えい・・・冷媒の生産削減による影響

次世代冷媒・・・導入には時間がかかる

現在、産・官・学が協力し国際的にも研究開発中だが、まだまだ時間がかかる

HFC冷媒・・・今後も継続使用が必要となる

次世代冷媒候補の多くはHFCとの混合で使用しないと能力がでない

企業と国民は上記の現実を理解し対応

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

解決策：フロン排出抑制法の遵守

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

フロン類のリユースによる持続的社会的実現

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



今までは・・・

冷凍空調機器のフロンは無害・無臭・安価

冷媒漏えい：常識！

整備時は躊躇せずに充填！

冷媒の充填・回収を経営数値に入れていない！

これからは・・・

定期点検による使用時の冷媒漏えい対策

廃棄時の確実なフロン回収と回収量の把握

企業として所有機器とフロン類総量の管理と把握

社内規定修正：破壊→再生

漏えいを減らす（REDUCE）

再生冷媒を使う（REUSE）

回収冷媒を再生する（RECYCLE）



フロン類管理はSDGsの目標

このままでは、我々の社会生活が持続できなくなる！

企業と国民の早急なる認識と取り組みが必要！



SDGsの管理目標としての所有機器とフロン類

1. 所有する業務用冷凍空調機器の管理
2. フロン類の量的把握と管理
3. フロン排出抑制法の遵守内容
4. 管理状況をCSR/ESGレポートへ反映



フロンの適正管理（ESGレポートへの反映）



冷媒問題に対応している企業ほど企業価値 UP！

冷媒フロン類の危機に対する企業の対応

1. 冷凍空調機器は社会には不可欠
(冷媒なくしては機器は動作しない)



2. 国際的な規制で冷媒の生産削減
(HFCの削減による、サービス補充と機器の供給問題)



3. 次世代冷媒の実用化は容易ではない



4. フロン排出抑制法の遵守と冷媒管理

5. 企業としてフロン問題に対する認識向上

