

フロン問題に向き合う

現代生活を支えてきた便利なフロン  
～ その現状と課題～

一般社団法人環境創造研究センター(愛知県地球温暖化防止活動推進センター)  
2018年1月24日 中部大学中部高等学術研究所 原理史

# 自己紹介



原 理史(はら まさし)

博士(環境マネジメント)

技術士(環境部門・環境保全計画)

愛知県地球温暖化防止活動推進員第79号

所属 中部大学中部高等学術研究所 研究員

一般社団法人環境創造研究センター 企画委員

<略歴>

平成10年4月～

環境アセスの民間会社より(社)環境創造研究センターへ転籍

平成15年11月～

愛知県地球温暖化防止活動推進センター普及啓発業務を兼務

平成25年4月～現職

デジタルアース・GIS・ESDと連携した環境コミュニケーション研究

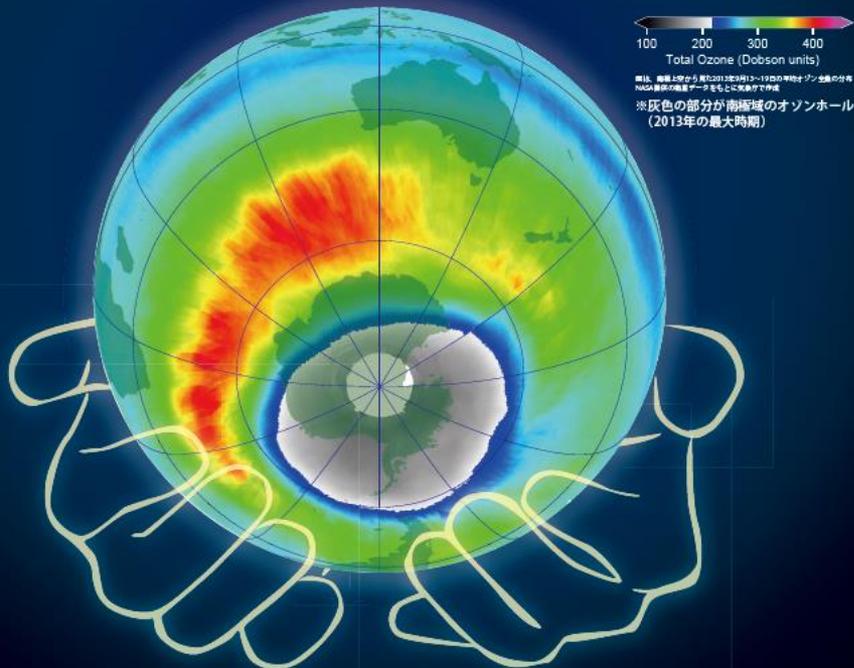
# フロン問題とは何か

## ■オゾンホールとフロン問題の歴史



# オゾン層によって、あらゆる命が守られています。

生物の生存に欠かすことのできない太陽光には、有害な紫外線も含まれています。地球をとりまくオゾン層が、地球上の生命を紫外線から守ってきました。フロンなどの化学物質によって、オゾン層の破壊は今も続いています。

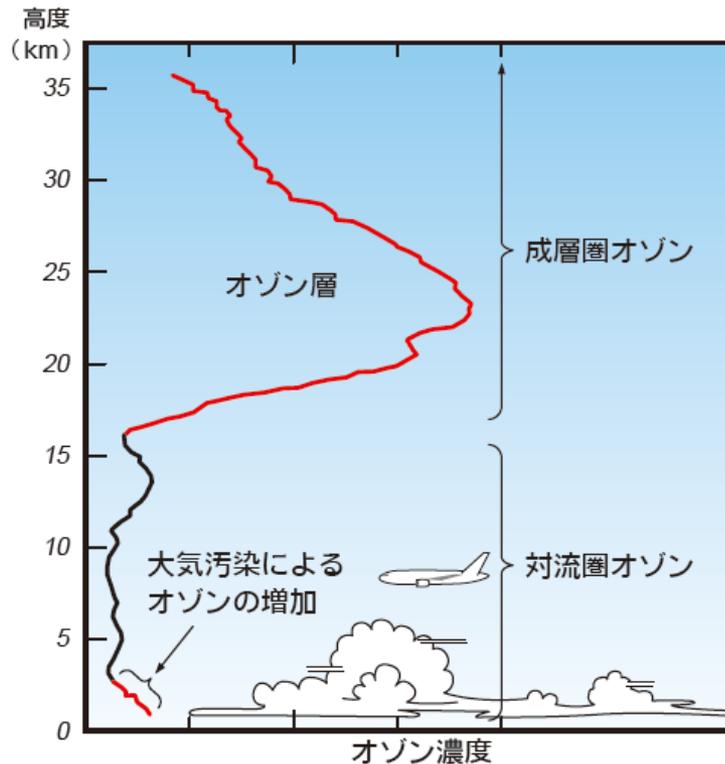


## オゾン層保護対策推進月間

2014年9月1日 月 ～ 9月30日 火

エアコンや冷凍・冷蔵庫などで使われているフロンは、大気中に放出されると、オゾン層を破壊するとともに、CO<sub>2</sub>の数千倍の強力な温室効果があるため、地球温暖化の原因ともなります。フロンの大気放出を抑え、オゾン層保護と地球温暖化防止に取り組みましょう。

- ◎ 業務用エアコンや冷凍・冷蔵庫を整備・廃棄する時は、フロン回収・破壊法に基づき登録を受けた回収業者へ。  
(フロン類をみだりに放出することは禁止されており、法律による処罰の対象となります。)
- ◎ 家庭用エアコンや冷凍・冷蔵庫、洗濯乾燥機(ヒートポンプ式)を廃棄する時は、家電リサイクル法に基づき家電小売店等へ。
- ◎ 自動車を廃車する時は、自動車リサイクル法に基づき登録を受けた引取業者へ。
- ◎ ノンフロン製品を選びましょう。

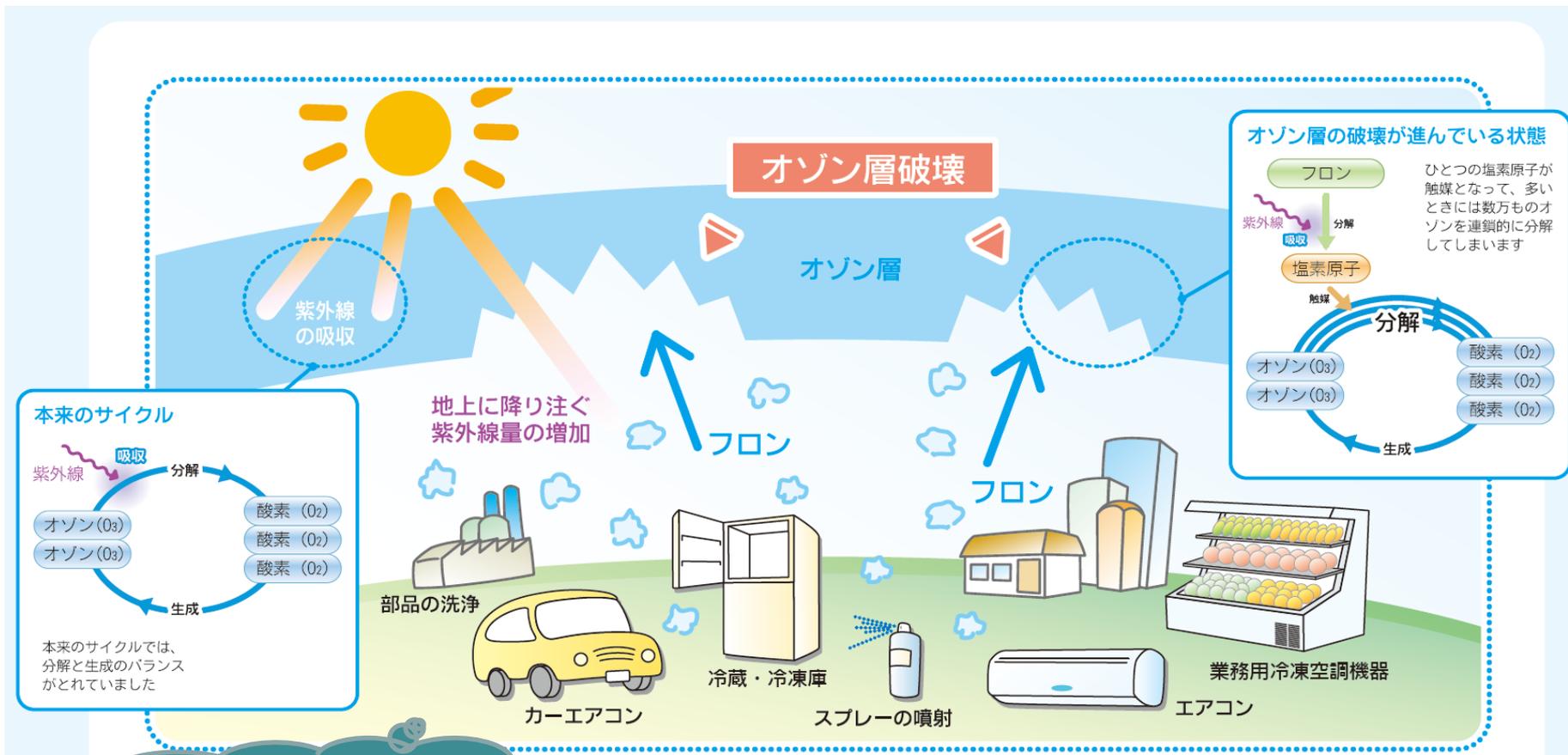


### 大気中のオゾン

出典：Scientific Assessment of Ozone Depletion:2006 (WMO, 2007)

# オゾン層破壊とフロン問題の構図

環境省 オゾン層を守ろう2014から



オゾンを破壊するフロン

# オゾン戦争とフロン規制



ナビゲーターHara

1971 ラブロック、大気中のフロン測定

1970年代前半 超音速機など航空機の排ガスのオゾン層への影響の研究(影響は小さいと評価)

1974 モリナ、ローランド、フロンがオゾン層を破壊すると指摘

1974～フロン製造企業のアンチキャンペーン、オゾン戦争(～1985頃)

1978 スプレー缶へのフロン使用、アメリカで国内規制

1980年代 フロン生産量が再び増加

1982 昭和基地、イギリス南極基地でオゾン濃度低下を観測

1985 ファーマン、ネイチャー誌に「1970年代から南極上空の春のオゾン量が減少し続けている」と発表、マスコミが「オゾンホール」と命名  
世界最大のフロン・サプライヤのデュポン社、「有害フロンの全廃」を宣言

1987 モントリオール議定書採択、具体的なフロン削減案を合意

～1995 フロンの規制内容を3回にわたり改正、オゾン破壊力の大きい物質の生産が先進国でほぼ全廃

歴史を紐解く

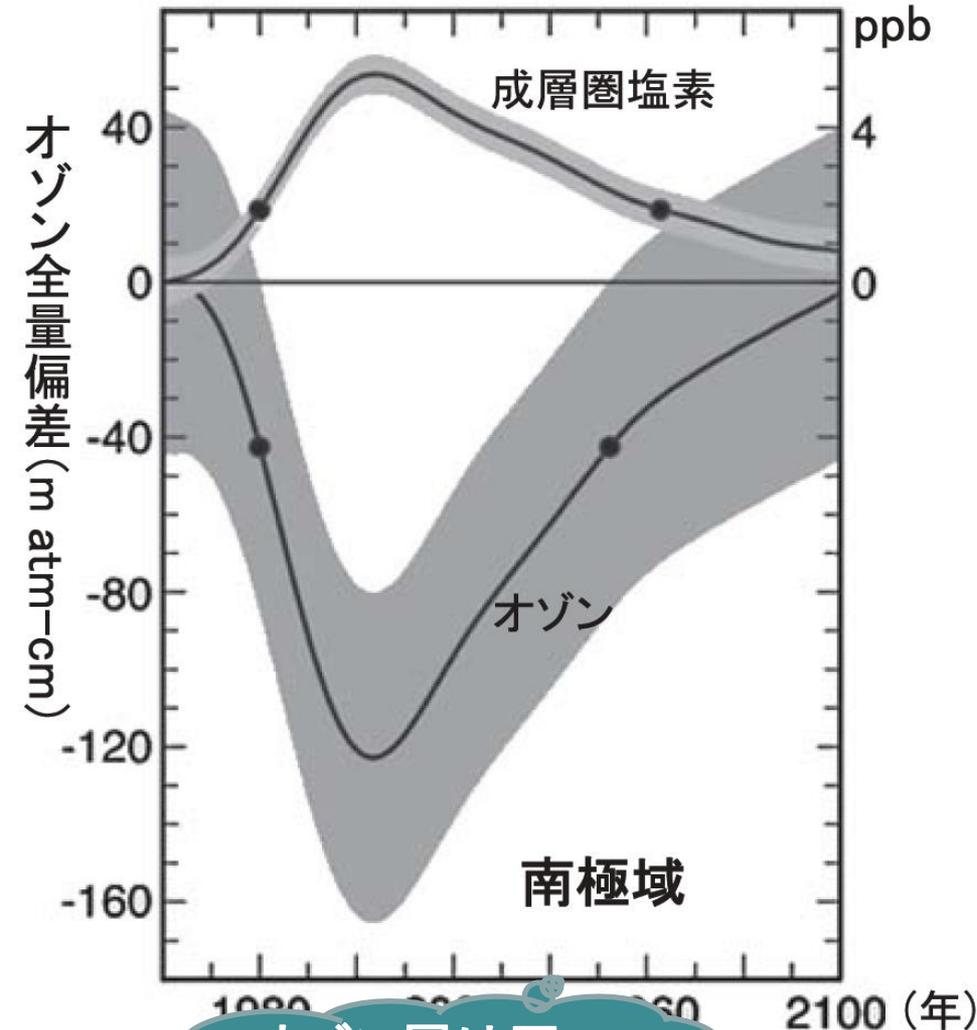
出典:

フロン対策の原点を紐解くーオゾン戦争から考える予防原則,福井,2014,12月17日なごや環境大  
シリーズ・学問小史(2)地球環境問題 成層圏オゾンの破壊と地球温暖化にみるその特性,篠田,1998,国  
環境省 資料第2号

# 成層圏オゾンの将来予測



ナビゲーターHara



オゾン層は回復する？

将来の成層圏オゾンは、EESC(等価実効成層圏塩素)だけで決まるのではなく、将来の気候変化による成層圏の気温やオゾンの輸送自体が変化すること、オゾン層破壊に関連するその他の物質(メタン、一酸化二窒素、水蒸気)の濃度変化によって影響を受ける。

図は複数の研究機関のモデルによる成層圏オゾンの将来予測をまとめたもの。(WMO,2011)

南極域の10月のオゾン全量が1980年レベルに回復するのは21世紀半ば頃、さらに1960年のレベルに達するのは21世紀末ごろと予測され、モデル内の成層圏塩素量に概ねしたがって回復している。

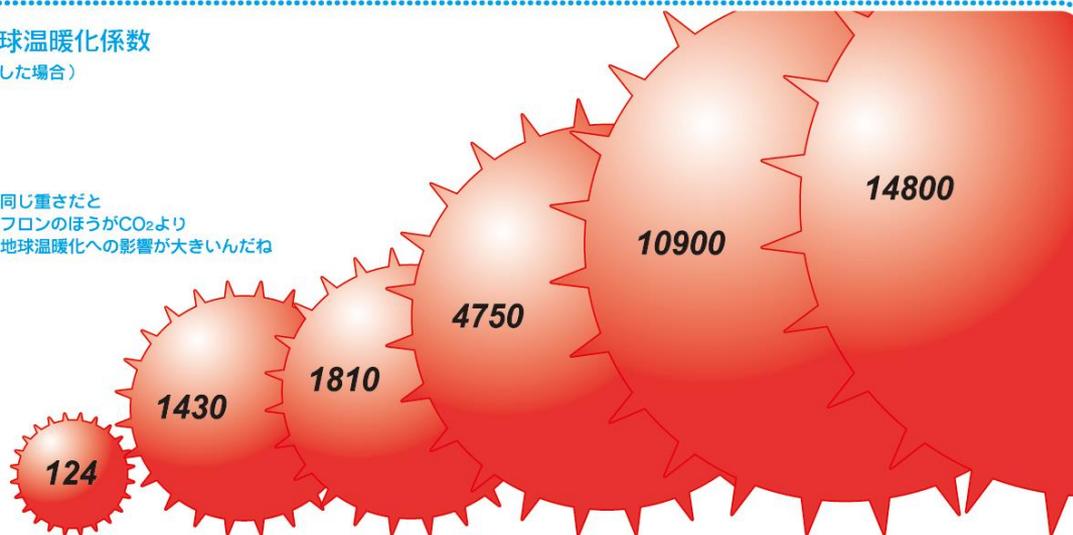
出典:オゾン層観測報告2010,p.15,気象庁

## フロン類の地球温暖化係数

(二酸化炭素を1とした場合)



同じ重さだと  
フロンのほうがCO<sub>2</sub>より  
地球温暖化への影響が大きいんだね



CO<sub>2</sub>  
(二酸化炭素)

HFC-152a

HFC-134a

HCFC-22

CFC-11

CFC-12

HFC-23

出典：IPCC第4次評価報告書（2007）

フロンによる  
温暖化



## 代替フロン等対策の枠組みと方向

### モントリオール議定書

オゾン層保護の観点から  
生産規制等

(オゾン層保護法等)

### オゾン層破壊物質

CFC 1996年迄に先進国で全廃

HCFC 2020年迄に先進国で全廃

オゾン層破壊効果 **有り**  
地球温暖化効果 **有り**

転換

### 京都議定書

地球温暖化防止の観点から  
温室効果ガスとして削減等

(京都議定書  
目標達成計画等)

### 代替フロン等

HFC

オゾン層破壊効果 **無し**  
地球温暖化効果 **有り**

転換

### オゾン層保護かつ 地球温暖化防止

### ノンフロン等

NH<sub>3</sub>、炭化水素等

オゾン層破壊効果 **無し**  
地球温暖化効果 **僅少**

# フロン問題とは何か

## ■ヒートポンプと冷媒



# 冷媒、フロンの使用変遷 について

## ★フロンの特徴

- ・不燃性(燃えない)
- ・低毒性(毒性が極めて低い)
- ・高い安定性(分解しない)
- ・冷房効率が高い(低エネルギーで運転可能)

⇒ ヒートポンプの

冷媒として理想的な特徴

便利なフロン



# 冷媒、フロンの使用変遷 について

## ★用語の説明

・ODP (Ozone Depletion Potential)

＝オゾン破壊係数

各物質のオゾンを破壊すると考えられる能力を定数化したもの (R-11をODP=1とする)

・GWP (Global Warming Potential)

＝地球温暖化係数

温室効果ガスの放出による相対的な影響を定量化したもの (CO<sub>2</sub>をGWP=1とする)

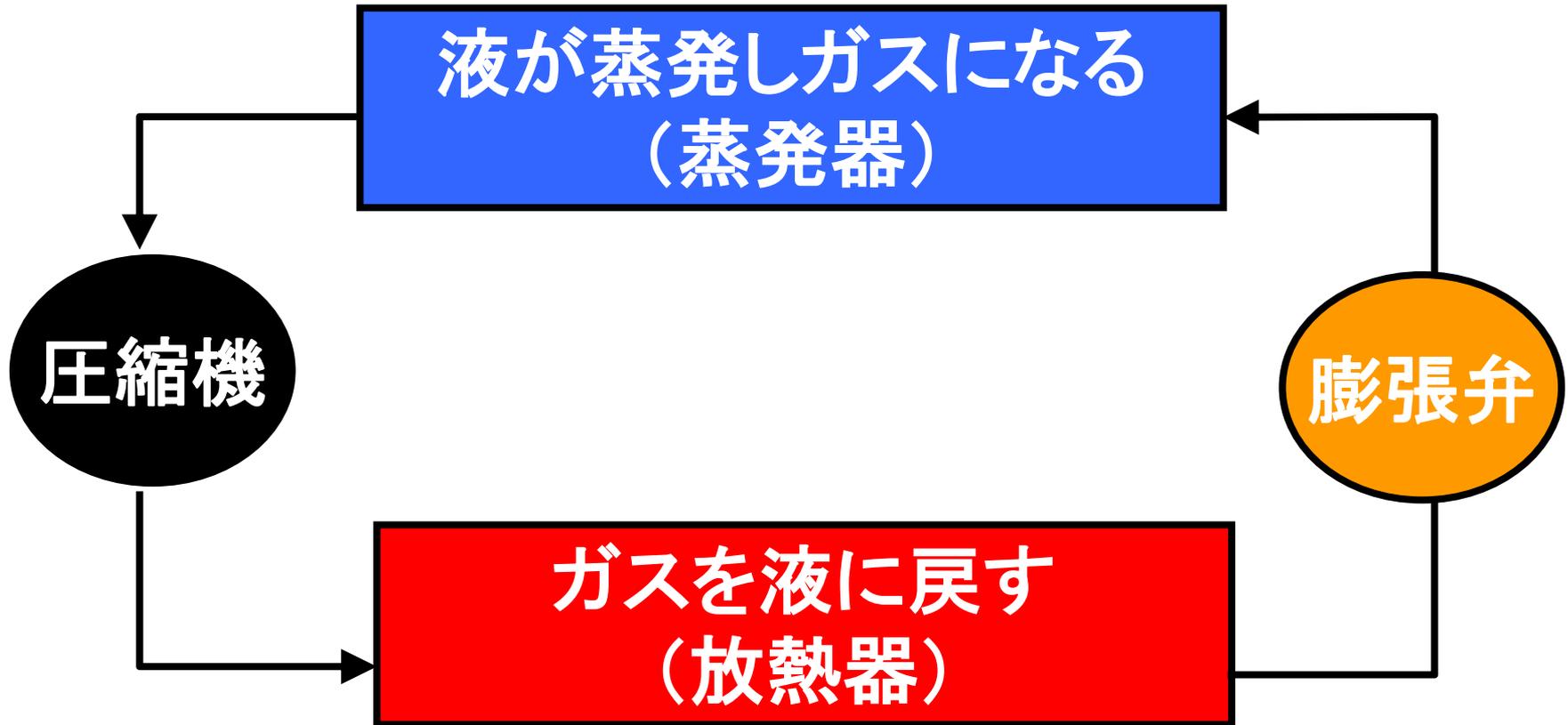
係数表記！

# ヒートポンプとは

冷媒を使う  
ヒートポンプ

## ○ヒートポンプの原理

冷媒を密閉配管に閉じ込めて、潜熱を繰り返し利用して、冷却・加熱



# ヒートポンプとは

## ○ヒートポンプ製品マップ(用途と温度帯)

家庭用から産業用まで様々な冷凍空調機器



# [空調機フロン系冷媒の市中ストックの推移]

我が国における業務用冷凍空調機器と家庭用エアコン冷媒の市中ストック推移のBAU推計 (CO2換算)



【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第1回冷媒対策WG資料 (2010/6) に基づきNEDO作成]

オゾン層破壊物質の使用は制限出来たものの、温暖化係数は上昇し続ける結果となった

# 今必要なフロン対応

## ■我が国のフロン規制



# 日本の約束草案

平成27年7月17日 地球温暖化対策推進本部決定

明確性・透明性・理解促進のための情報

## 基準年

- ・2013年度比を中心に説明を行うが、2013年度と2005年度の両方を登録する。

目標年度:2030年度

実施期間:2021年4月1日~2031年3月31日

## 対象範囲、対象ガス、カバー率

- ・対象範囲:全ての分野(エネルギー(燃料の燃焼(エネルギー産業、製造業及び建設業、運輸、業務、家庭、農林水産業、その他)、燃料からの漏出、二酸化炭素の輸送及び貯留)、工業プロセス及び製品の利用、農業、土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF)並びに廃棄物)
- ・対象ガス:CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>及びNF<sub>3</sub>
- ・カバー率:100%

## (5) HFC等4ガス

HFC等4ガス(HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>)については、2013年比▲25.1%(2005年比+4.5%)の水準(約2,890万t-CO<sub>2</sub>)にすることを目標とする。

# フロン規制の取り組み について

フロン回収・破壊法  
(2001年施行)

業務用空調、冷凍冷蔵機  
器類の廃棄時における  
フロンガス類の回収・  
破壊を義務化

しかし実際は...

**30%程度しか回収  
できていない**

大きな問題！

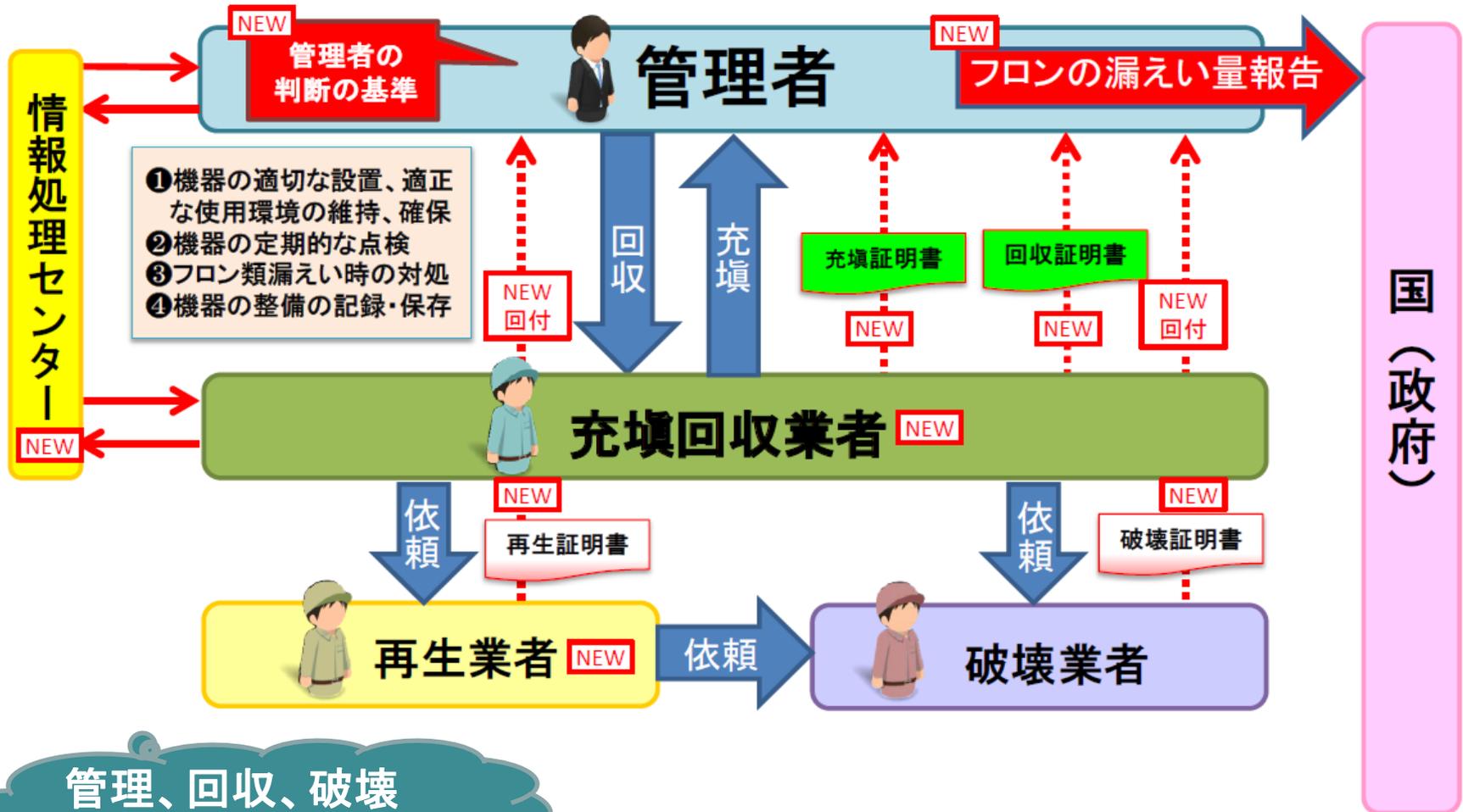
改正フロン回収・破壊法  
(2015年4月施行)

- ・低GWPガスへの転換
- ・ユーザーに対するの管理義務化(定期点検、記録管理等)
- ・充填行為者(業者)に対して充填に関する基準の設定等(漏洩を極力減らす)

ライフサイクル全体での  
取り組みとしてフロンガス類  
の大気漏洩を低減する

# フロン排出抑制法の新たな仕組み

漏えい量が1,000t-CO<sub>2</sub>以上の者が報告対象者

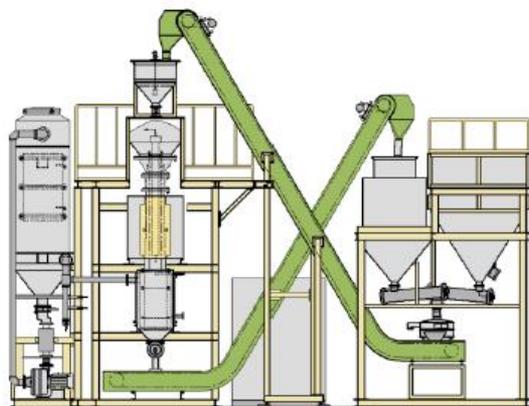


管理、回収、破壊  
の新たな仕組み

漏れていないか確認

## 点検制度について

製品区分	区分	点検の頻度
冷蔵機器及び冷凍機器	当該機器の圧縮機に用いられる原動機の定格出力が7.5kW以上の機器 ※主な対象機器：別置型ショーケース、冷凍冷蔵ユニット、冷凍冷蔵用チリングユニット	1年に一回以上
エアコンディショナー	当該機器の圧縮機に用いられる原動機の定格出力が50kW以上の機器 ※主な対象機器：中央方式エアコン	1年に一回以上
	当該機器の圧縮機に用いられる原動機の定格出力が7.5kW以上50kW未満の機器 ※主な対象機器：大型店舗用エアコン、ビル用マルチエアコン、ガスヒートポンプエアコン	3年に一回以上



## 固体アルカリ反応方式フロン分解装置

(中部電力株式会社開発)

固体アルカリ反応処理法の分解装置は、水を使わず処理剤とフロンを反応させ、フッ化カルシウム・塩化カルシウムが生成されます。水を使わないため廃水処理は不要で、フッ酸・塩酸などの発生がないため装置が腐食しにくく、燃焼法に比べ低温処理(700℃)が可能で、しかも化学反応時の反応熱が利用できるため省エネであり、排ガスにもダイオキシン類が発生しない、環境に優しい分解装置なのです。

(2号機は、2008年度のNEDO支援事業により導入)

# フロンは破壊の時代から 再生・再利用の時代へ

## 高純度再生可能な簡易蒸留再生装置

本方式では、35℃に暖められた庫内でフロンを蒸発させ、5℃に冷やされた庫内でフロンを凝縮させるため、フロンの搬送動力を必要としない再生装置であり以下の特徴があります。

- ① 小型冷蔵ユニットを用いて低温室を冷却し、ユニットの廃熱で高温室を加熱するため、低消費電力
- ② 大型ドライヤーによる低水分フロン再生
- ③ 脱酸装置による酸分除去
- ④ コンパクト
- ⑤ 設備費が安価
- ⑥ 5系統の並列再生運転

(2013年度JRECO支援事業により導入)



破壊だけでなく、  
回収再生も

## CO<sub>2</sub>冷媒機器導入実績(1)

### 【イオングループでのスーパーマーケットへのCO<sub>2</sub>冷媒導入経過】



年	店名	店舗面積	備考
2009	マックスバリュ 六郷土手駅前店 (※日本初)	1426 m <sup>2</sup>	省エネ効果 と CO <sub>2</sub> 削減効果 を実証
2010	マックスバリュ 小郡七夕通り店	2192 m <sup>2</sup>	
2011	マックスバリュ イオンタウン姫路店	2400 m <sup>2</sup>	

導入促進へ向けて  
実証検証を重ねた



安全性・安定性

省エネ効果 約10%

CO<sub>2</sub>削減効果 約50%

# 導入状況



「平成26年度先進技術を利用した省エネ型自然冷媒機器普及促進事業」



この機器は地球温暖化係数の低いノンフロン冷媒を使用しています。従来のものに比較して、環境に優しい機器です。

ノンフロン機器

発行：一般財団法人 日本冷媒・環境保全機構



ドライアイス 搬入業者様へ

日配冷蔵庫、日配冷凍庫の中にドライアイスを入れしないでください。二酸化炭素に反応して発報するシステムになっています。

# 我々は何をすべきか

## ■市民の目から見たフロン問題



# 企業から見て

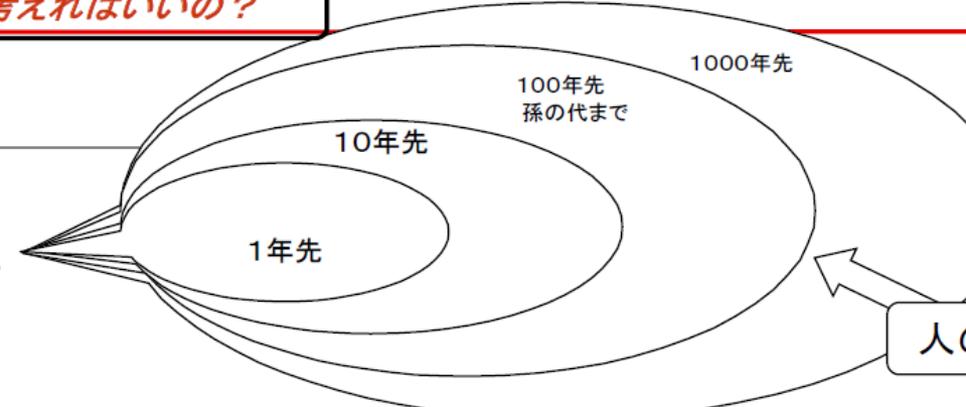
企業にとってのCSR(社会的責任)と  
EMS(環境マネジメントシステム)

環境問題ってどこまで考えればいいのか？

現在

将来

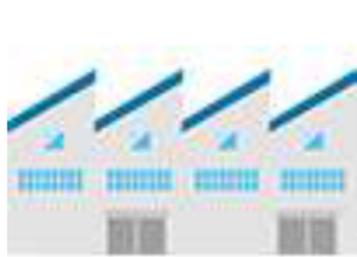
自分益



地球益

人の思考の多様性

1960年代



もしも規制がな  
かったら

現在  
健康被害



莫大な費用

問題が起きてから対処することが得ですか？  
ISO14001/エコステージによる 予防処置の重要性

フロン抑制  
法への企  
業対応

環境  
側面

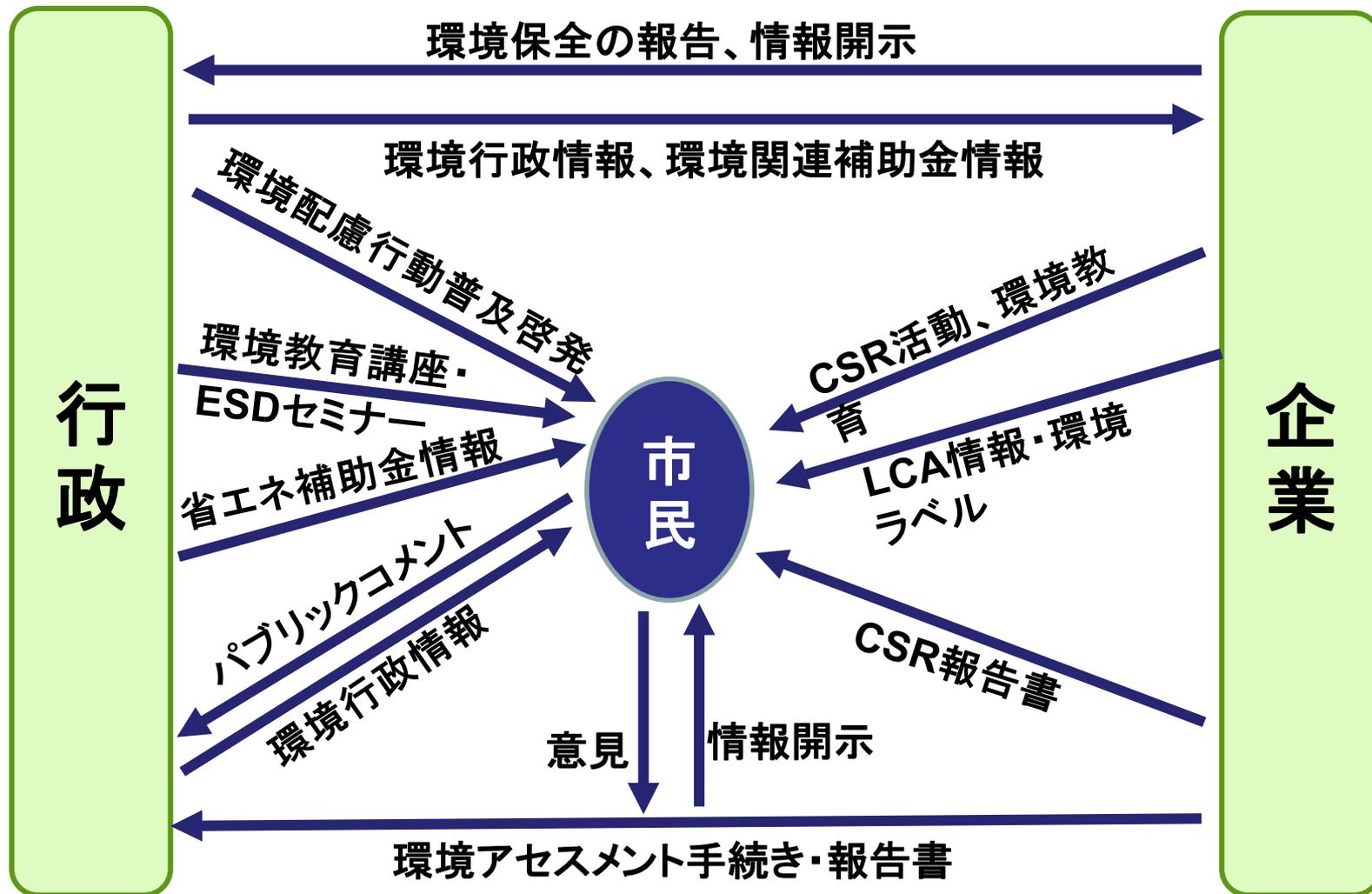
大きなリスク

計画的に実施

小さなリスク

日常管理

# 市民から見た環境コミュニケーションの例



# 「環境報告書(CSR報告書)」を見る

【環境報告書に期待される機能と効果】

## フロン抑制法への 企業対応状況

### 外部機能

#### 環境コミュニケーション・企業評価

##### 企業にとって…

- ★ 社会からの適正な評価を受けられる手段
- ★ 社会的な説明責任を履行する手段

##### 社会にとって…

- ★ プレッジ・アンド・レビュー効果（誓約と再検討）
  - ・ 社会全体の認識の拡大
  - ・ 企業努力と社会評価の相乗効果

### 内部機能

#### 事業者自身の環境保全活動

- ★ 経営者、従業員の意識の高まり
- ★ 企業の環境マネジメントシステムの見直しツール

### 商品やサービスを選ぶとき



### 投資先を選ぶとき



### 投資先を選ぶとき



# ■市民ができることを考える



# 市民としての課題



**フロンの管理が重要！**  
＜点検・記録・報告＞

見える化

**【市民は？】**

業者にお任せしておけばいい……………のか？

家庭にあるフロン利用機器は知らん顔？

# 自宅のフロンの潜在的温暖化リスクはどれくらい？



## 取扱説明書の仕様表を見て算出してみよう

種類	No (設置場所)	充てん量(kg)	冷媒の種類	GWP (温暖化係数)	CO2換算量 (kg)
ルームエアコン					
冷蔵庫					
カーエアコン					
合計					

# 自宅のフロンの潜在的温暖化リスクはどれくらい？



## 温暖化係数の例

機種分類	市中稼働台数推計 (台)	主に使用されるHFC	
		種類※1	GWP
小型冷凍冷蔵機器 (内蔵型業務用冷蔵庫等)	約760万台	R-404A HFC-134a 等	3,260 1,300
①別置型ショーケース	約140万台	R-404A R-407C 等	3,260 1,526
②その他中型冷凍冷蔵機器 (除く別置型冷凍冷蔵ショーケース)	約130万台	R-404A R-407C 等	3,260 1,526
③大型冷凍機(ターボ)	約0.8万台	HFC-134a R-245FA 等	1,300 3,260
④ビル用マルチエアコン	約100万台	R-410A R-407C 等	1,725 1,526
その他業務用空調機器	約950万台	R-410A R-407C 等	1,725 1,526
家庭用エアコン	約10,000万台	R-410A	1,725

(社)日本冷凍空調工業会

# 自宅のフロンの潜在的温暖化リスクはどれくらい？



## 自分の家(原家)の場合

エアコン



機器下側の銘板  
CO<sub>2</sub> 3,600kg相当



HFC  
採用  
エアコン

このエアコンは、地球のオゾン層を破壊しない冷媒 R410A を使用しています。



家庭用エアコンには最大でCO<sub>2</sub>(温暖化ガス)3,600kgに相当するフロン類が封入されています。地球温暖化防止のため、移設・修理・廃棄等にあたってはフロン類の回収が必要です。

取扱い説明書  
冷媒: R-410A

# 自宅のフロンの潜在的温暖化リスクはどれくらい？



## 自分の家(原家)の場合

### 冷蔵庫



扉の裏側の銘板  
冷媒:HFC-134a  
充填量:195g

品名及び形名 三菱電気冷蔵庫 MR-134L

定格内容積	全定格内容積	384 L
	冷凍室の定格内容積	77 L
	冷蔵室の定格内容積	307 L

消費電力量 50Hz 380kWh/年  
60Hz 380kWh/年

外形寸法 幅 600 mm 奥行 699 mm 高さ 1720 mm

電気用品取締法に基づく表示

定格電圧	100 V
電動機の定格消費電力	100/100 W
定格周波数	50/60 Hz
電熱装置の定格消費電力	153/153 W

製造番号 151570

電気用品取締法に基づく表示を改変したり、消除すると違反になります。

温度ヒューズの定格動作温度 73°C(霜取用)  
種類 冷凍冷蔵庫

冷媒名 HFC-134a  
冷媒封入量 195 g

認定番号 372239

2001年製

冷蔵庫室内灯 家庭用小形電球 110V 15W T20 E12

三菱電機株式会社

感電の恐れあり  
庫内灯の交換やお手入れのときは電源プラグを抜く。

幼児閉じ込めの恐れあり  
廃棄処分するときはドアパッキングをはずす。

けがの恐れあり  
自動製氷機の機械部(貯水コーナーの上部)に手を入れない。

正しくお使いいただくために

食品の収納について

- 食品で冷気吹出口、吸込口をふさがないでください。

半ドアについて

- 冷えが悪くなります、ドアは確実に閉めてください。

食品の凍結について

- 周囲温度が低い時は、温度調節を弱側にしてください。

冷蔵庫の周囲が熱く感じるのは

- 放熱パイプを内蔵し、露付きを防止しているためで異常ではなく、食品の保存に影響ありません。

音について

- ブシュー、ザー音や沸騰音(ポコポコ)は、冷媒(ガス)の流れる音で、異常ではありません。

その他詳しくは取扱説明書をお読みください。

# 自宅のフロンの潜在的温暖化リスクはどれくらい？



## 自分の家(原家)の場合

カーエアコン

Webページ環境性能  
冷媒:HFC-134a  
充填量:500g



3HT LIVE		スタイリング	インテリア	タイプ・価格	性能	オプション	開発思想
カーナビ > 性能 > 燃費・環境性能							
〈燃費からの換算値〉		85.4					
				平成27年度燃費基準+20%達成車			
適合規制・認定レベル				平成17年燃費基準75%低減			
排出ガス	JC08H+	CO		5			
	JC08Cモード	NMHC		13			
	規制値・認定値等 (単位: g/km)	NOx		013			
		PM		—			
参考				九都県市指定の公害車の基準に適合			
適合騒音規制レベル				平成10年騒音規制 規制値: 都市部走行76dB(A)			
エアコン冷媒使用量				種類: 代替フロン134a 使用量: 500g			

環境性能情報

# 自宅のフロンの潜在的温暖化リスクはどれくらい？



## 自分の家(原家)の場合

種類	No (設置場所)	充てん量(kg)	冷媒の種類	GWP (温暖化係数)	CO2換算量 (kg)
ルームエアコン	No1	(2.087)	R-410A	1,725	3,600
冷蔵庫	No1	0.195	HFC-134a	1300	253.5
カーエアコン	No1	0.5	HFC-134a	1300	650
合計					4,503.5

# 自宅にあるフロンはどれくらい？



自宅のフロンの潜在的温暖化リスクを考える。  
(もし、ガスが知らないうちに全部抜けてしまったら・・・)

1台あたり	充てん量の例	GWP (温暖化係数例)	CO2換算量	所有数	CO2量 (kg)
ルームエアコン	1kg*	1,725 (R-410A)	1,725kg		
冷蔵庫	0.15kg**	1,300 (HFC-134a)	195kg		
カーエアコン	0.37kg***	1,300 (HFC-134a)	481kg		
			1台ずつだと	合計	

\* 日本空調冷凍工業会資料

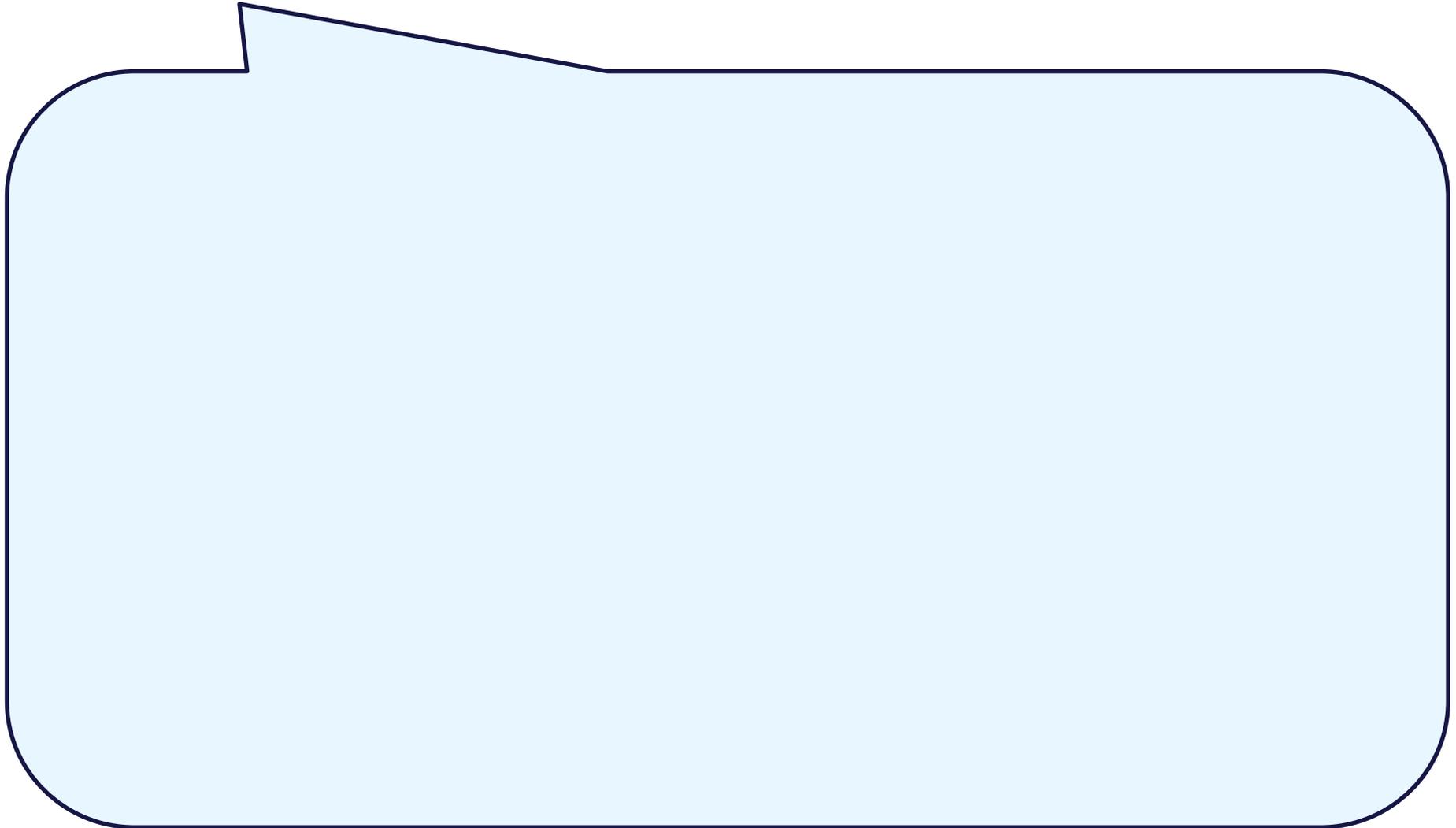
\*\* 経産省資料

\*\*\* 日本自動車工業会資料より推計

合計 2,401kg

家庭からの平均年間排出量の45%

# ディスカッション1 【見える化】のために 我が家のフロン管理は何をすればいいか



## ディスカッション2 【見える化】のために



他の人に、その人の家や事務所のフロン管理をしてもらうにはどうしたらよいか

# まとめ: フロン問題のキーワード

フロン問題とは何か

グローバルコモンズ  
・空気は誰のもの？

オゾン層の破壊

オゾンホール

皮膚と紫外線

便利なフロン

フロン戦争

ヒートポンプと冷媒

フロンに依存している  
文明の便利さ

予防原則

モントリオール議定書

ヒートポンプ  
がなかったら

人間が地球に影響  
する時代「人新世」

代替フロン

新しい冷媒

回収と破壊  
(フロン破壊法)

食卓にも関係・  
オゾン層と農産物

肥料の増加と窒素  
によるオゾン影響

地球温暖化

漏れてる！

フロンの破壊  
と再生

フロンのなかった時代

子どもフロン教室

フロン排出抑制法

自然冷媒  
の活用

我が家にあるフロン～  
管理のためにできること

点検・管理の重要性

見える化

フロン抑制のために  
なにができるか考える

環境マネジメントによる管理

市民の目

CSR報告書

CSV(共有価値創造)

今必要なフロン対応

我々は何をすべきか