

冷媒を取り巻く環境 と次世代冷媒について

ダイキン工業株式会社

1

目次



はじめにー本日の説明趣旨ー

I. 冷媒を取り巻く環境

II. 次世代冷媒候補と特性

III. 当社の次世代冷媒への取組み

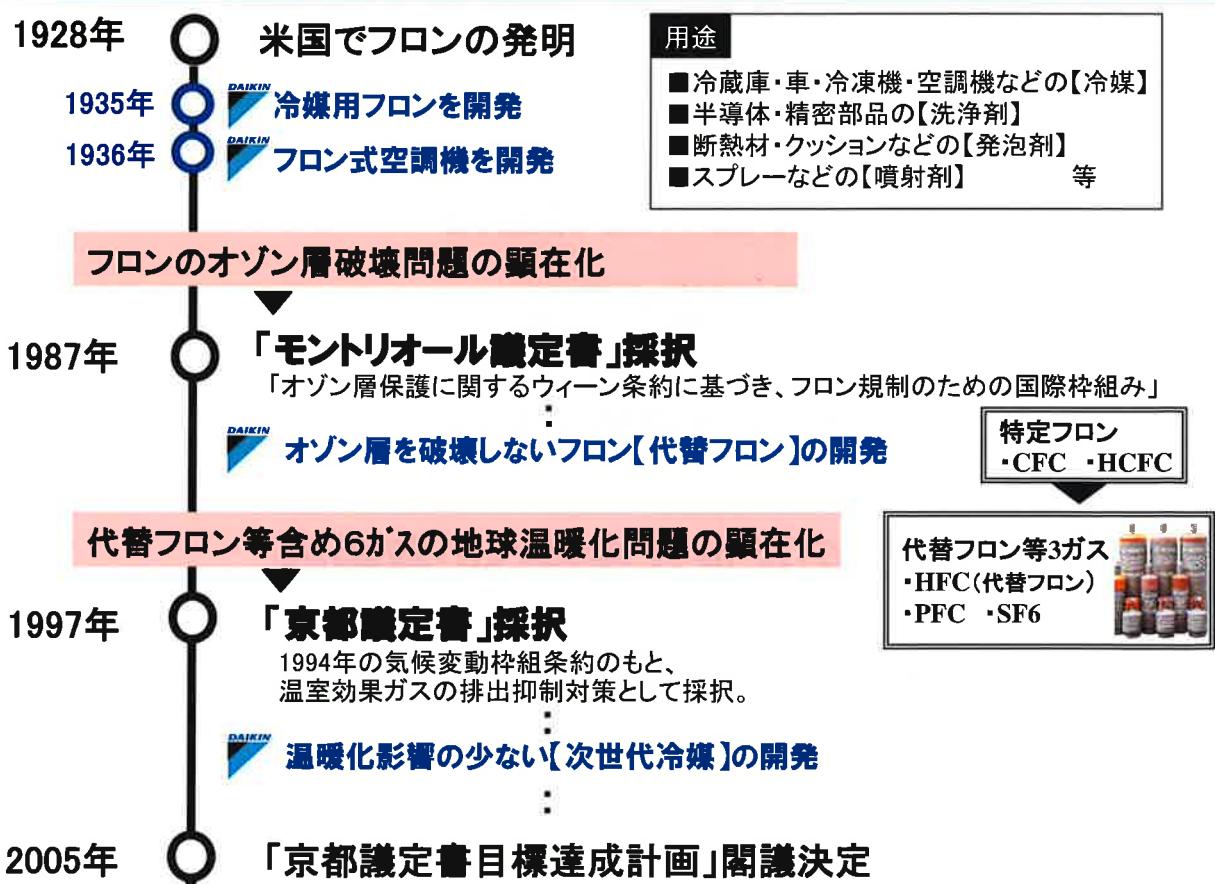
IV. 低GWP(HFO系)冷媒開発状況

2

I. 冷媒を取り巻く環境

3

I. 冷媒を取り巻く環境



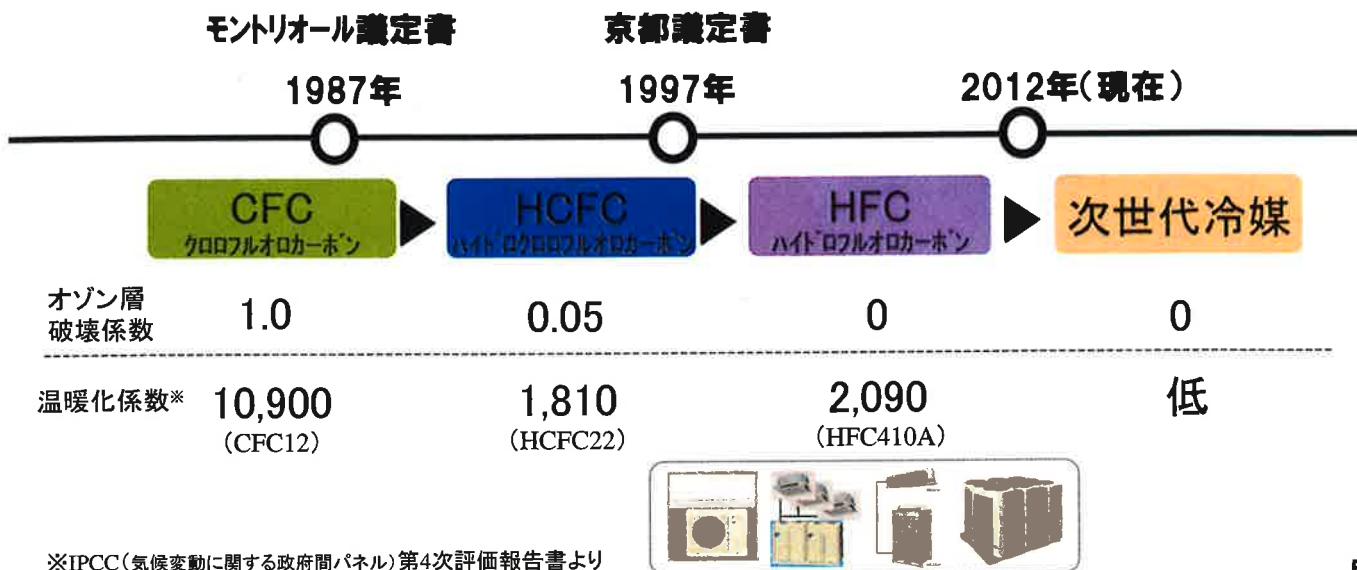
4

I. 冷媒を取り巻く環境



■エアコン用冷媒の変遷

- ・モントリオール議定書に基づき、家庭用・業務用空調機の冷媒は2000年 前後からオゾン層破壊係数ゼロのHFC冷媒へ代替開始。
- ・現行のHFC410A冷媒は温暖化係数が高いため、京都議定書の温室効果 ガス削減目標達成に向け、温暖化係数が低い次世代冷媒の探索が急務。



5

I. 冷媒を取り巻く環境



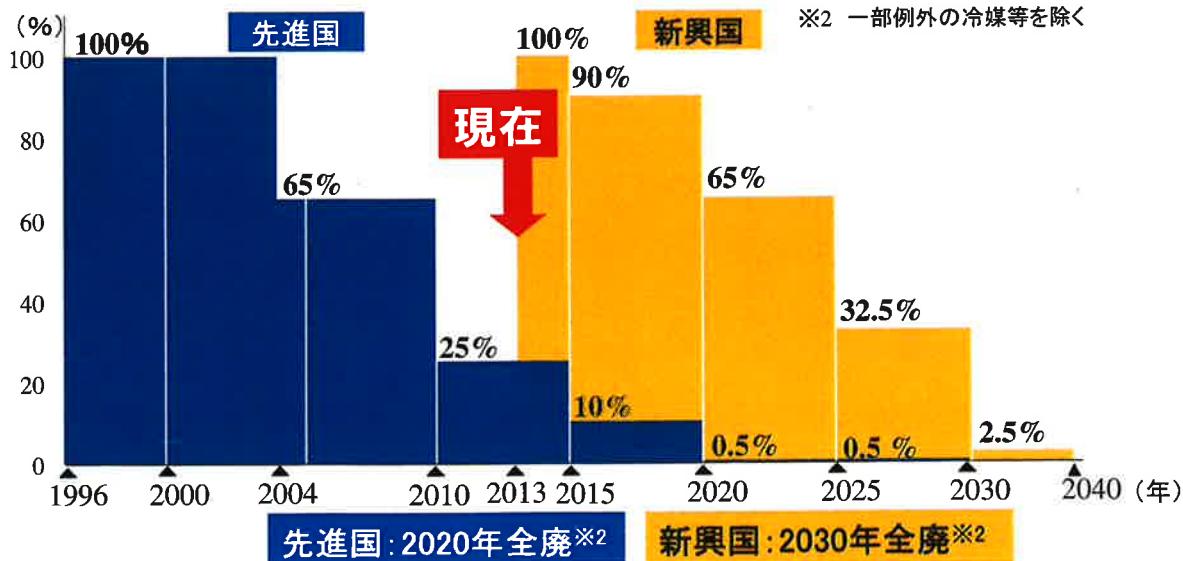
■モントリオール議定書の状況

- ・新興国では、今がまさに次世代冷媒の探索・選定にむけて活発な議論の真っ最中。
- ・先進国では、すでにHCFCからHFCへの転換が進み、一部例外の冷媒等を除いて 2020年までにほぼ全廃予定。

【HCFC消費量^{※1}の段階的削減スケジュール】

※1 消費量=生産量+輸入量-輸出量

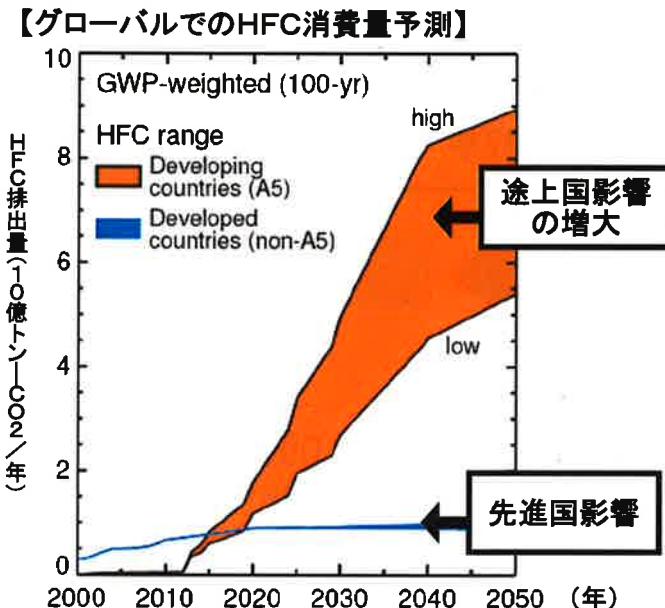
※2 一部例外の冷媒等を除く



6

■新興国の成長によるHFCの温暖化影響の増大

- 今後、HFC排出による温暖化影響が急拡大し、2050年には約55～90億トンと推定されている。
- 要因は新興国でエアコンの急速な普及。2050年には新興国が占めるHFC排出影響の割合は8割以上に上ると予測されている。



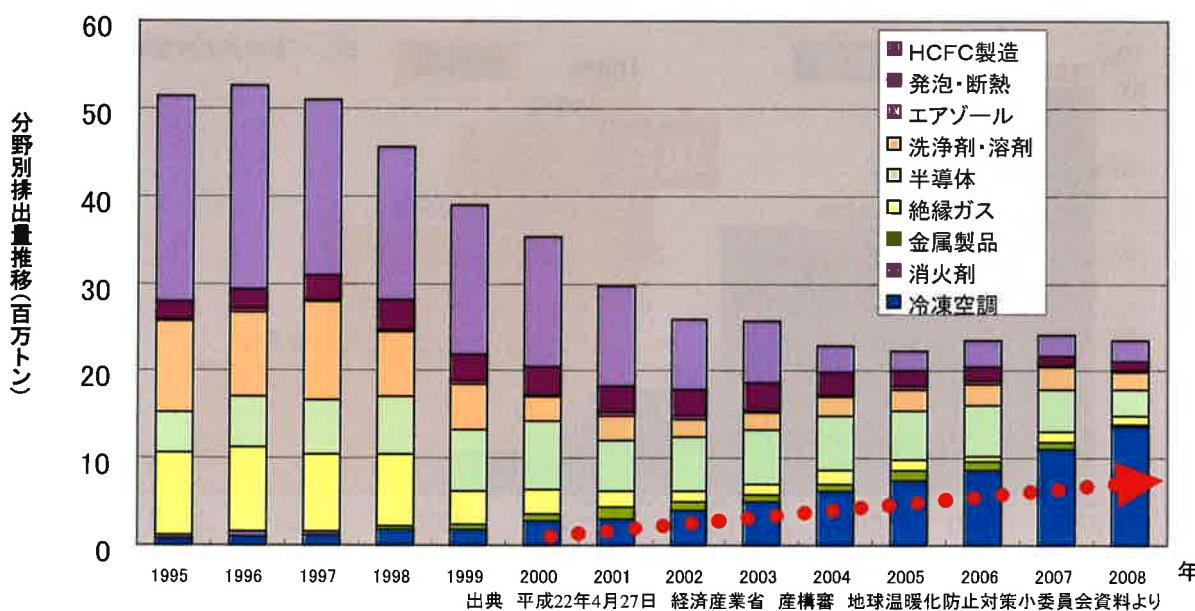
出典: WMO(世界気象機関)library、
PNAS論文 Velders et al 2009

7

I. 冷媒を取り巻く環境

■日本の代替フロン等3ガスの排出量の推移・予測

- 代替フロン等3ガス(HFC、PFC、SF6)排出抑制の取組みによって6割以上を削減。
- 2000年以降、冷凍空調機分野はHCFCからHFCへの転換に伴い排出量が増加傾向。
2020年にはHFCの冷媒だけで約4千万トンに達すると推定。
- 温暖化抑制のために、冷凍空調機分野で温暖化係数の低い冷媒への転換が重要。

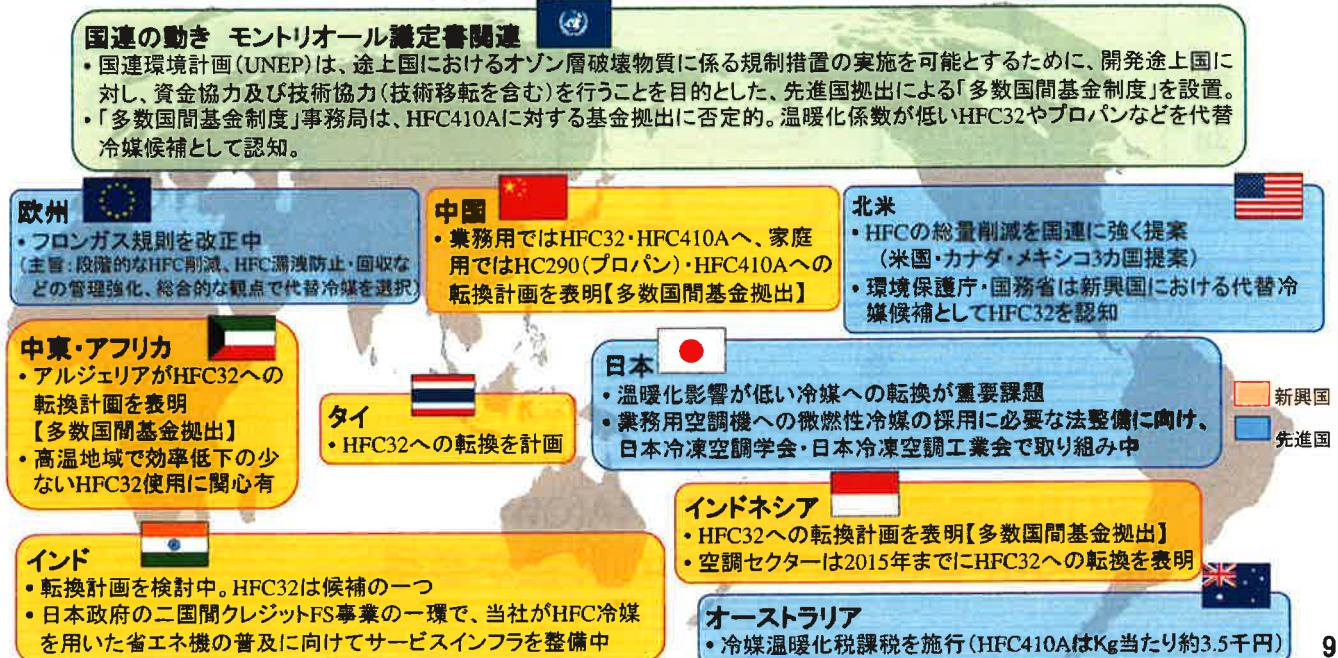


出典 平成22年4月27日 経済産業省 産構審 地球温暖化防止対策小委員会資料より

8

■世界の冷媒転換動向

- 新興国では、HCFC削減計画の国連提出期限が迫り、HCFC22からの転換計画の策定を急いでいる。
- 転換にあたっては、規格規制整備、技術支援、冷媒供給、サービスインフラ整備が不可欠。当社は国際会議の場で冷媒選定に必要な情報を提供。



9

I. 冷媒を取り巻く環境

■冷媒に対する環境規制の動向まとめ

1) オゾン層保護規制(HCFC規制)

モントリオール議定書による新興国における規制

2013年より段階的(10%/2年)に 使用量削減(フェーズアウト)

→ R-410A, HFC-32, HC(温暖化対策を同時に使う動きもあり)

例) 中国 : 業務用空調 → HFC-32・R-410A

家庭用空調 → R-410A・プロパン・HFC-32

インドネシア : HFC-32への転換を表明

2) 温暖化規制(HFC規制)

① HFCフェーズダウン規制(北米提案)

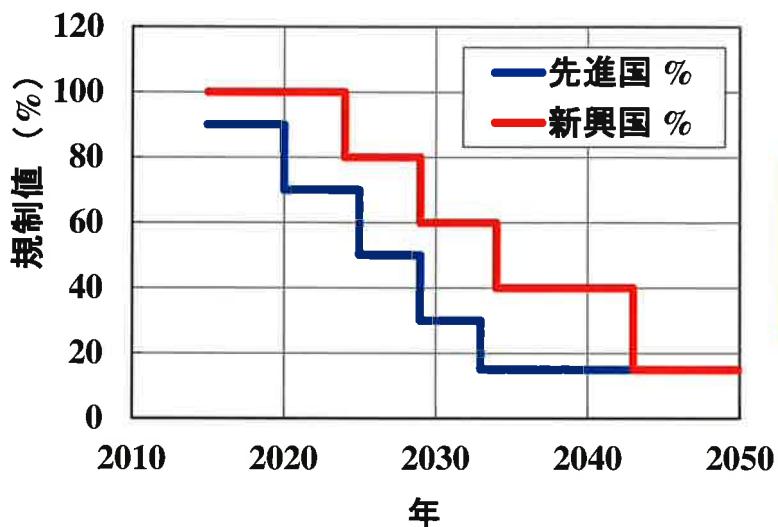
(HFCの生産・消費規制(GWP換算で85%削減))

② 欧州F-gas規制の見直し

(11/7内容開示、公布2013~2014年、実施最短2015年)

GWPの低い冷媒が求められている

■フェーズダウン規制案（北米提案）



GWP×生産量(消費量)
の総量を、基準年の
15%まで削減。

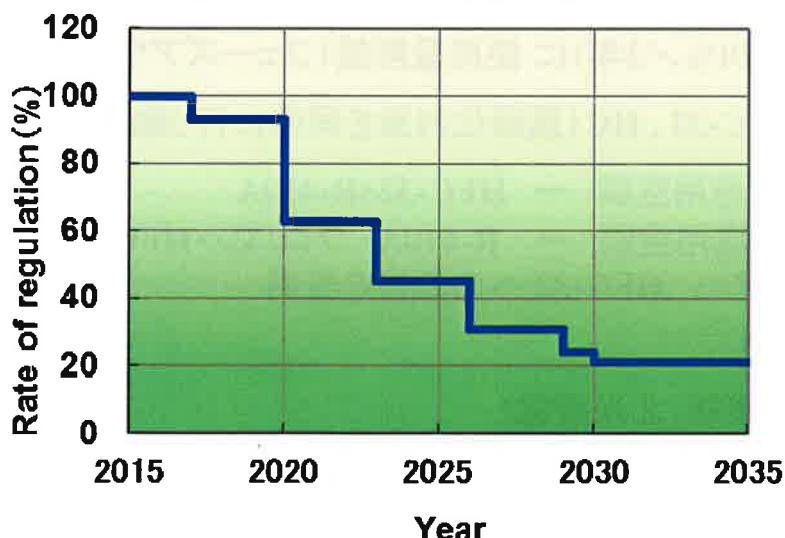
R410A(GWP:2090)やR404A(GWP:3920)から、
よりGWP値の低い冷媒への転換が必須。

I. 冷媒を取り巻く環境

■改訂 F-gas規制 ①

11/7内容開示、公布2013～2014年、実施最短2015年

Phase-down regulation



Years	
2015	100 %
2016–17	93 %
2018–20	63 %
2021–23	45 %
2024–26	31 %
2027–29	24 %
2030	21 %

2030年までに21%まで削減。

■改訂 F-gas規制 ②

機器種類	禁止開始時期
消防システム、消火剤 Use of HFC-23 in fire protection systems and fire extinguishers	HFC23禁止 2015年1月～
家庭用冷蔵・冷凍庫 Domestic refrigerators and freezers with HFCs with GWP of 150 or more	GWP150以下 2015年1月～
業務用全密閉冷凍庫 Refrigerators and freezers for commercial use (hermetically sealed systems)	GWP2500以下 2017年1月～ GWP150以下 2020年1月～
移動式密閉型ルームエアコン Movable room air-conditioning appliances (hermetically sealed) with HFCs with GWP of 150 or more	GWP150以下 2020年1月～

*GWP2500以上のHFCを使用した、CO₂換算で5トン以上の

既存機器へのリチャージ：2020年～ 禁止

In addition, recharging of existing refrigeration equipment with a charge size over 5 tonnes of CO₂ equivalent with HFC of very high GWP (>2500) will not be permitted from 2020 onwards as more adequate and energy efficient drop-in refrigerants of lower GWP are already widely available on the market.

13

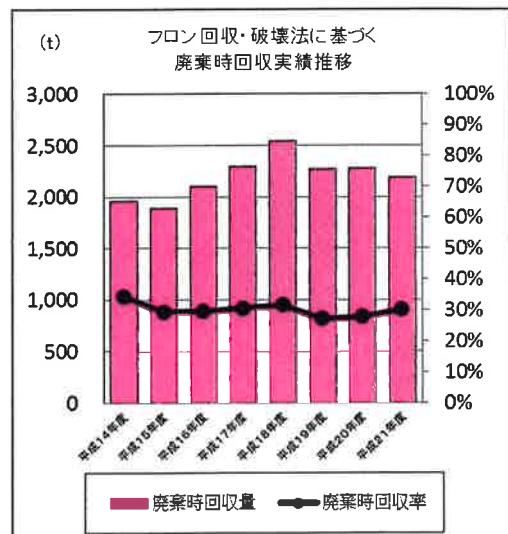
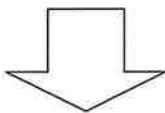
I. 冷媒を取り巻く環境

■日本における規制の動き

フロン回収・破壊による出口規制

現状

- ・低調な回収率
- ・莫大な回収コスト
- ・機器使用時の漏洩問題



HFCフェーズダウン規制(消費・生産規制)も視野に

産業構造審議会、中央環境審議会の合同会議にて冷媒転換促進について議論。

近いうちにフェーズダウン規制の具体的提案がある見込み。

「HFCフェーズダウン + 回収・再利用」の組み合わせになると予想。

14

II. 次世代冷媒候補と特性

II. 次世代冷媒候補と特性

■次世代冷媒候補と特性

- ・国際的な議論の中で有力視されている冷媒候補。それぞれ一長一短がある。
- ・温暖化係数、エネルギー効率、安全性など全ての評価指標でベストな冷媒はない。

	従来	現行		次世代冷媒候補				
	HCFC	HFC		HFC	HFO	自然冷媒		
	HCFC22	HFC407C (HFC134a+ HFC125+HFC32)	HFC410A (HFC125+HFC32)	HFC32	HFO1234yf	炭酸ガス CO_2	アンモニア NH_3	プロパン HC
	单一冷媒	混合冷媒	混合冷媒	单一冷媒	单一冷媒	单一冷媒	单一冷媒	单一冷媒
オゾン層 破壊係数	△0.05	0	0	0	0	0	0	0
温暖化係数*	△1810	△1770	△2090	約1/3	675	4	1	0
凝縮圧力 (Mpa)	1.73	1.86	2.73	2.79	△1.15	△10	1.78	1.53
冷房能力 (%: HCFC22比)	100	98	141	160	56	256	115	83
理論COP (%: HCFC22比)	100	95	91	96	92	△41	105	97
毒性	低	低	低	低	低	低	△高	低
可燃性	不燃	不燃	不燃	微燃	微燃	不燃	微燃	強燃

算出条件 : 蒸発温度=0°C, 凝縮温度=45°C, 加冷却温度=0°C, 加熱温度=0°C, 圧縮機効率=70%
炭酸ガスCO₂の算出条件 : ガスクーラー出口温度=45°C, 高圧側圧力=10MPa

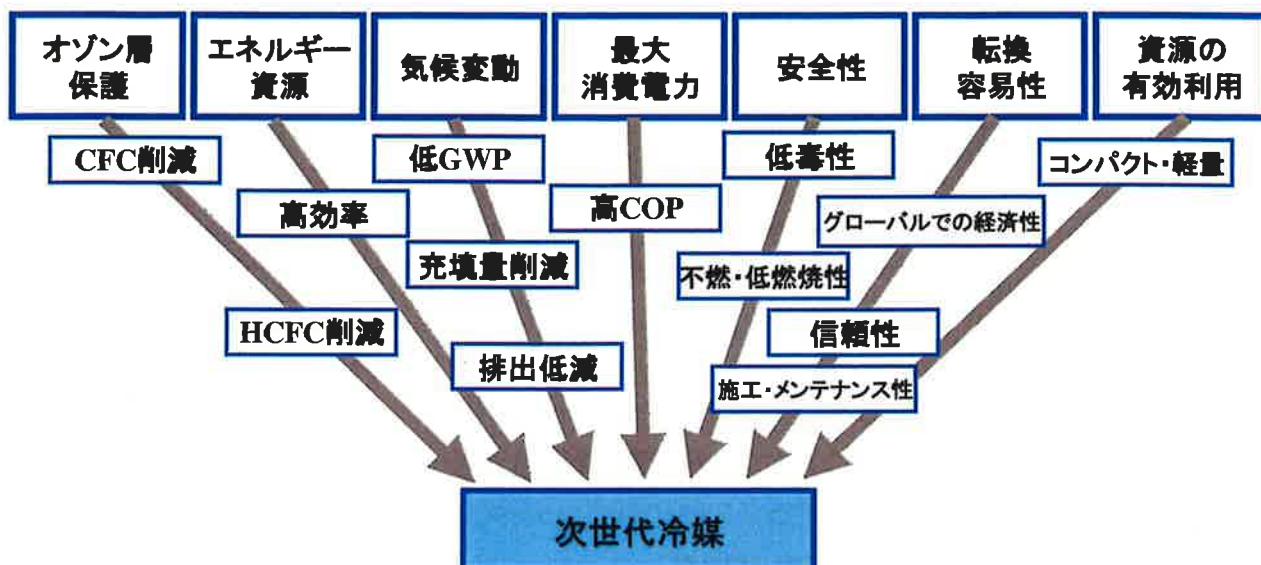
*IPCC第4次評価報告書より

II. 次世代冷媒候補と特性



■冷媒選定に必要な評価要素

- ・冷媒選定に必要な評価要素は様々あり、総合的な評価による選定が重要。



17

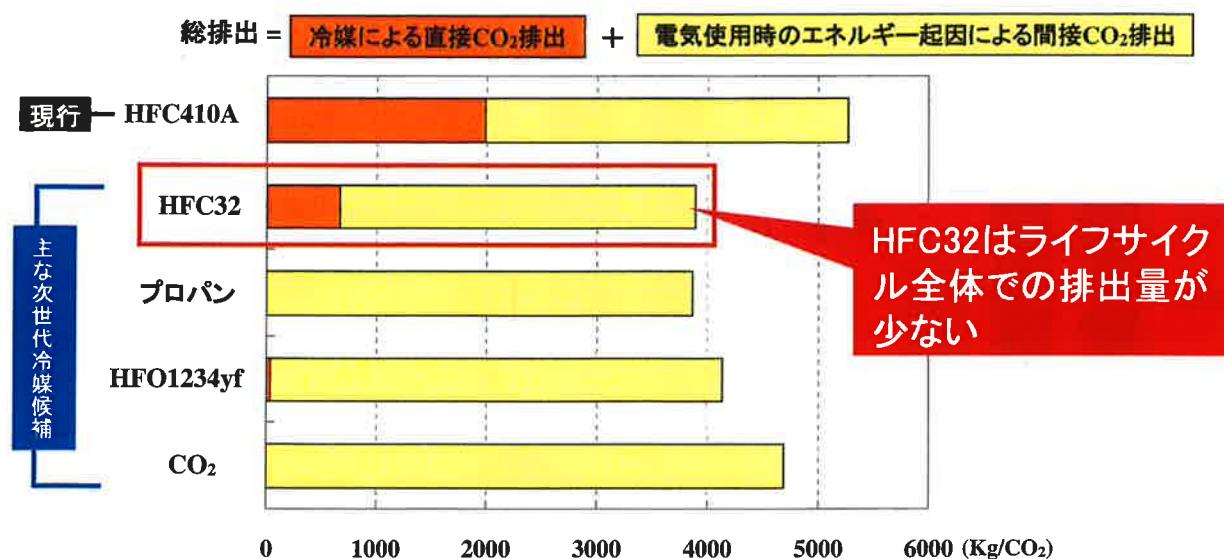
II. 次世代冷媒候補と特性



■ライフサイクルにおける環境影響比較

- ・冷媒は、エアコンを運転する電気使用時のCO₂排出など、生産～使用～廃棄までの製品ライフサイクル全体での環境影響の評価(LCCP*)が必要。

【LCCP比較】 ■日本における4.0kW(主に14畳) ルームエアコンの例



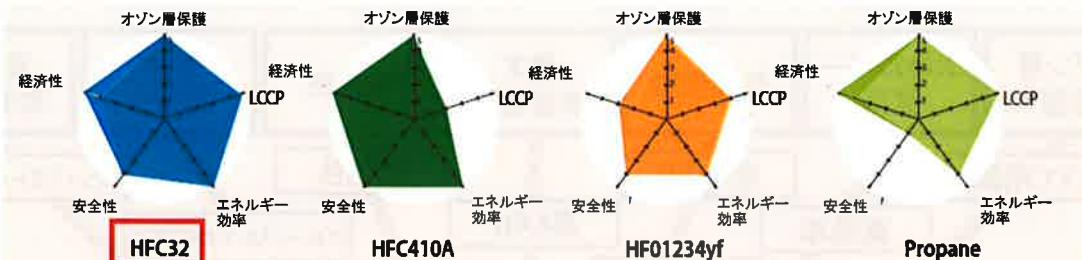
出典:日本冷凍空調工業会「冷凍空調分野の冷媒に関する取組み」資料を元に作成
(計算の前提条件)
CO₂排出係数 0.425[CO₂-kg/kwh]、寿命12年、運転時間9時間/日、稼動時冷媒漏えい率2%/年、
廃棄時冷媒回収率30%で評価。ただしHFO1234yfは熱交換器を大型化。

*LCCP = Life Cycle Climate Potential
生産～使用～廃棄段階における冷媒の漏洩と
エネルギー消費(燃費)の影響を加味した環境
影響評価手法

18

■冷媒の総合評価

- ・オゾン層保護、経済性、安全性、エネルギー効率、LCCPの総合的な評価で最もバランスの取れた冷媒がHFC32。



【HFC32の特長】

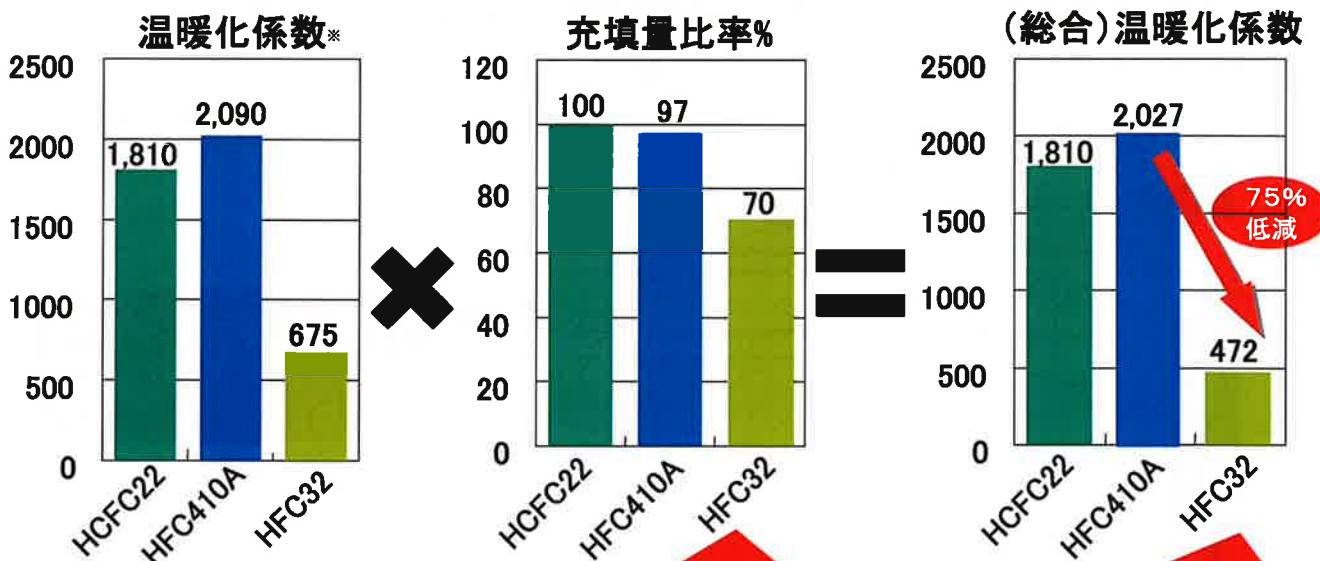
- ・オゾン層を破壊しない
- ・エネルギー効率が最も高い
- ・温暖化影響(ライフサイクルにおける環境影響)が少ない
- ・HCFC22⇒HFC32への転換コストとHCFC22⇒HFC410Aへの転換コストは同等
- ・単一冷媒のため、回収・再生が容易
- ・現行冷媒HFC410A生産に使用されているため、冷媒供給能力の問題がない
- ・微燃性ではあるが、自社リスク評価によりルームエアコンでの実使用は可能

19

II. 次世代冷媒候補と特性

■総合的な地球温暖化影響比較

- ・HFC32は、充填量を勘案した総合的な温暖化影響を低減できる。



・HFC32は単位重量当りの
冷凍能力が高い
・HFC410Aより少量の冷媒
で同等の能力が出る

HFC32は温暖化影響を
75%低減可能(HFC410A比)

II. 次世代冷媒候補と特性



■R32に係る法規制

【一般高圧ガス保安規則】<2012年7月現在>

	下限	上限
R32燃焼値度	13.3 %	29.3 %

CERI+カヤックジャパン('11)

(用語の定義)

第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 可燃性ガス

アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及び

その他のガスであって次のイ又はロに該当するもの

イ 爆発限界(空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。)の

下限が十パーセント以下のもの

ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

四 不活性ガス

ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素又はフルオロカーボン(可燃性のものを除く。)

R32は該当せず
(上表参照)

一般高圧ガス保安規則では、R32は不燃&不活性ガスである。

高圧ガス保安法では、法定冷凍トン数3トン未満(不活性のフルオロカーボンの場合は5トン未満)の機器は、法の適用除外となります。(主にルームエアコンなど)また第一種製造者及び第2種製造者に該当する機器の場合、高圧ガス製造者(冷凍設備の使用者)の手続きが必要になります。手続きの要否は、各々の機器の仕様にて確認下さい。

21

II. 次世代冷媒候補と特性



【冷凍保安規則】

(用語の定義)

第二条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 可燃性ガス

アンモニア、イソブタン、エタン、エチレン、クロルメチル、水素、ノルマルブタン、プロパン、プロピレン及びその他のガスであって次のイ又はロに該当するもの

イ 爆発限界(空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。)の

下限が十パーセント以下のもの

ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

二 毒性ガス アンモニア及びクロルメチル

三 不活性ガス

二酸化炭素、フルオロカーボン十二、フルオロカーボン十三、フルオロカーボン十三B一、フルオロカーボン二十二、フルオロカーボン百十四、フルオロカーボン百十六、

フルオロカーボン百二十四、フルオロカーボン百二十五、フルオロカーボン百三十四a、

フルオロカーボン四百一A、フルオロカーボン四百一B、フルオロカーボン四百二A、

フルオロカーボン四百二B、フルオロカーボン四百四A、フルオロカーボン四百七A、

フルオロカーボン四百七B、フルオロカーボン四百七C、フルオロカーボン四百七D、

フルオロカーボン四百七E、フルオロカーボン四百十A、フルオロカーボン四百十B、

フルオロカーボン四百十三A、フルオロカーボン四百十七A、

フルオロカーボン四百二十二A、フルオロカーボン四百二十二D、

フルオロカーボン四百二十三A、フルオロカーボン五百、フルオロカーボン五百二、

フルオロカーボン五百七A、フルオロカーボン五百九A及びヘリウム

R32は該当せず
(上表参照)

不活性ガスに、R32の掲名なし

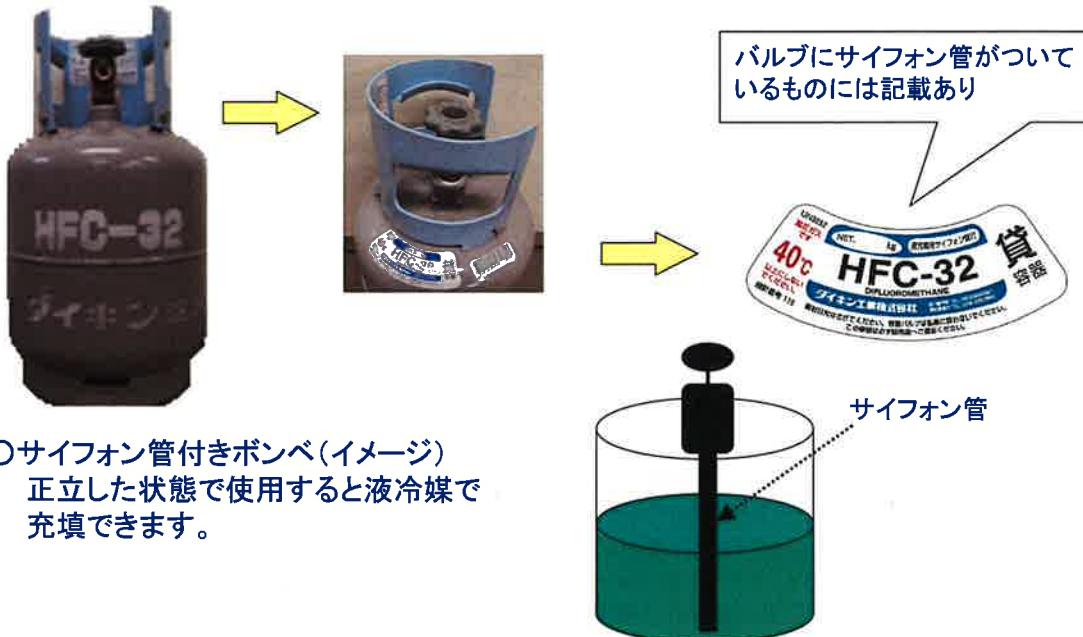
冷凍保安規則では、R32は不燃だが不活性ガスではない。

22

■冷媒ボンベの紹介

■冷媒ボンベの仕様

- ダイキン独自でライトブルーを塗装しております。
(但し、今後、国際基準等の整備状況によっては、配色が変わる可能性があります。)



- サイフォン管付きボンベ(イメージ)
正立した状態で使用すると液冷媒で充填できます。

23

III. 当社の次世代冷媒への取組み

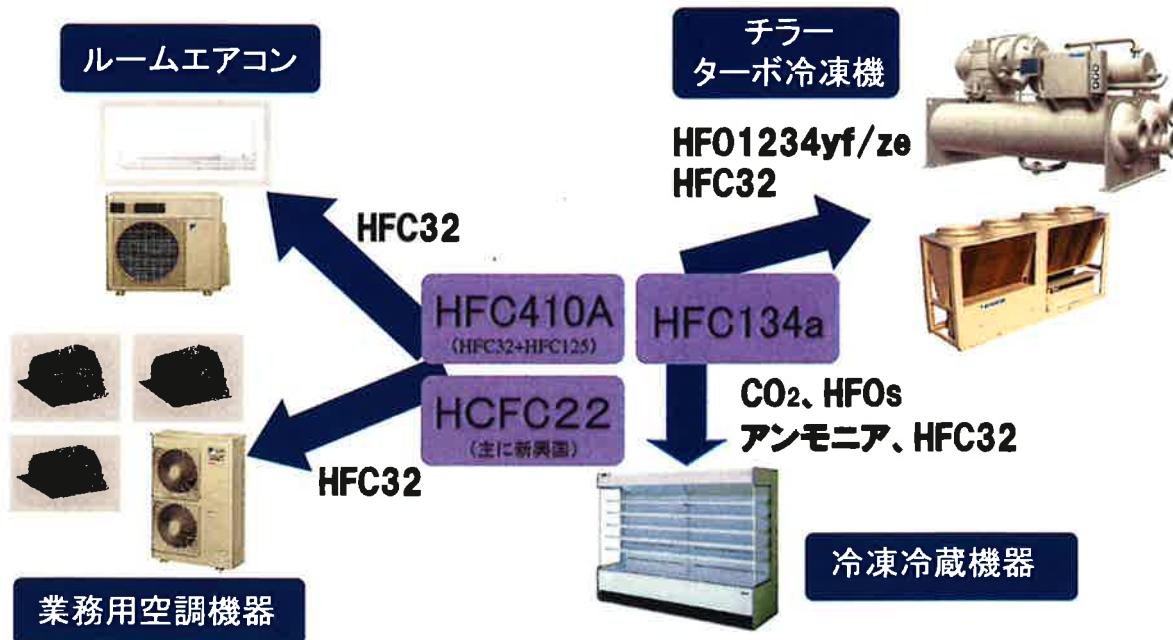
III. 当社の次世代冷媒への取組み



■当社の次世代冷媒への考え方

- ・用途に応じて、適材適所で最適な冷媒の選択をすることが基本方針。
- ・ルームエアコン、業務用空調機には現時点でHFC32が最適と判断。

【当社が推奨する適材適所での冷媒選択】



25

III. 当社の次世代冷媒への取組み



■世界初 HFC32を採用した空調機を国内より順次発売

- ・空調リーディングカンパニーとして、世界に先駆けて、今秋より順次発売する
国内向けルームエアコン全機種にHFC32を採用。
- ・10月より施工品質向上と技能力強化のために技能講習全国キャラバンを実施。
- ・今後は、業務用空調機への展開を目指す。

【HFC32採用により、期待できる製品メリット】 (HFC410A比)
➤ 省エネ性 冷媒のエネルギー効率が優れており、省エネ性への貢献が期待できる
➤ 環境性 冷媒量が少なくて済むため、冷媒配管を細径化できコンパクト化実現の可能性がある

【HFC32の取り扱い】										
✓「高圧ガス保安法」の冷凍保安規則（省令）により、HFC32を採用した業務用空調機を製造販売ならびに施工する場合 ⇒都道府県へ「申請書の届出」が必要。										
高圧ガス保安法－冷凍保安規則										
<table border="1"><thead><tr><th>区分</th><th>冷凍保安則</th></tr></thead><tbody><tr><td>法定冷凍トン</td><td>馬力イメージ</td></tr><tr><td>3トン未満</td><td>6馬力以下</td></tr><tr><td>3トン以上5トン未満</td><td>8~12馬力</td></tr><tr><td>5トン以上</td><td>14馬力以上</td></tr></tbody></table>	区分	冷凍保安則	法定冷凍トン	馬力イメージ	3トン未満	6馬力以下	3トン以上5トン未満	8~12馬力	5トン以上	14馬力以上
区分	冷凍保安則									
法定冷凍トン	馬力イメージ									
3トン未満	6馬力以下									
3トン以上5トン未満	8~12馬力									
5トン以上	14馬力以上									
※圧縮機の耐圧の形式認定承認などが必要										
法整備に向け、 日本冷凍空調工業会で リスク評価などを実施中										

【技能講習全国キャラバン】
対象：全国の販売店及び工事協力店 (当社グループ以外も含む)
期間：10月～
講習内容：
➤ HFC32採用による施工の解説 ・工具はHFC410Aと変更なし など
➤ 技能講習 (フレア加工・ロウ付け・無火気施工法)
➤ 「ダイキン冷媒配管施工認定」取得推進 ・冷媒配管工事の講習・検定により優れた知識、技術をもつ技術者を育成

26

III. 当社の次世代冷媒への取組み

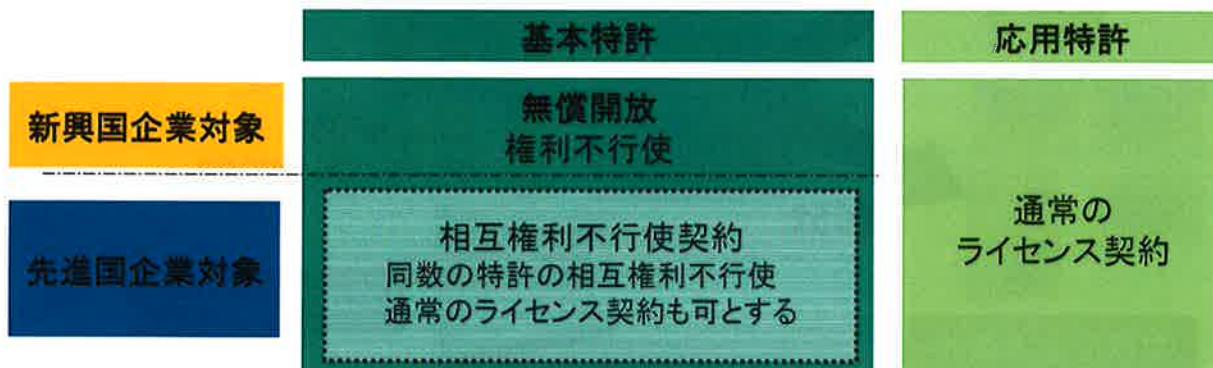


■新興国の次世代冷媒転換を支援(特許無償開放)

- ・HCFCの全廃と地球温暖化低減を目指し、当社保有の「HFC32を使用した空調機の製造・販売に不可欠な基本特許」を2011年9月に無償開放。
- ・各国でHFC32を次世代冷媒候補として検討しやすい環境を整え、HFC32空調機の開発・生産へのハードルをなくすことで、世界での冷媒転換を支援。

【HFC32基本特許の開放】

- モントリオール議定書第5条に登録されている新興国(5条国)では、無償でHFC32を使用した空調機の生産および国内外での販売が可能。
- 先進国企業は、当社と「相互権利不行使契約」を締結することを条件に、金銭の支払いなく基本特許の利用を認める。



27

III. 当社の次世代冷媒への取組み



■今後の冷媒対策への取組み方針

- ・戦略経営計画「FUSION15」に基づく「環境行動計画2015」において、冷媒の環境負荷削減を重要課題と認識し、積極的に取組みを推進。
- ・グローバルで冷媒を含む温室効果ガス総量の合理的な削減と包括的な対策を目指す。

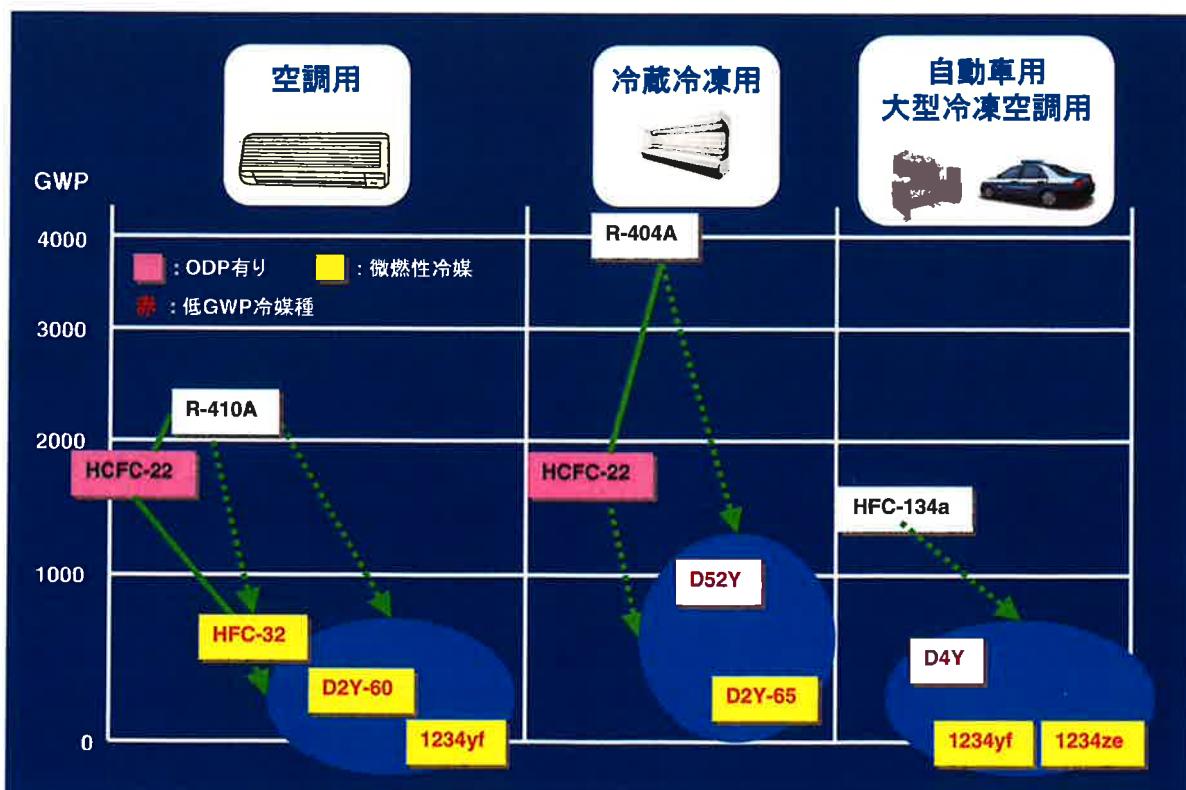
- **冷媒転換**
国内のみならず、製品、気候などの地域特性、社会インフラを考慮し、適材適所で温暖化係数が低い冷媒への代替を促進。
- **制度による漏洩防止**
関連業界や行政と連携し、機器整備・移設・廃棄時の漏洩、冷媒の回収・破壊・再生等の対策を総合的に推進する。
- **サービスインフラ整備による漏洩防止**
冷媒転換を機に、各国の販売店・施工会社向けに、漏れ防止のためのより一層の施工品質の向上と技能力強化支援のために講習会を実施していく。
- **情報発信**
国内およびグローバルで、業界や各地域の政策立案者、機関へバランスの取れた情報を発信し、説明責任を果たしていく。

28

IV. 低GWP(HFO系)冷媒開発状況

29

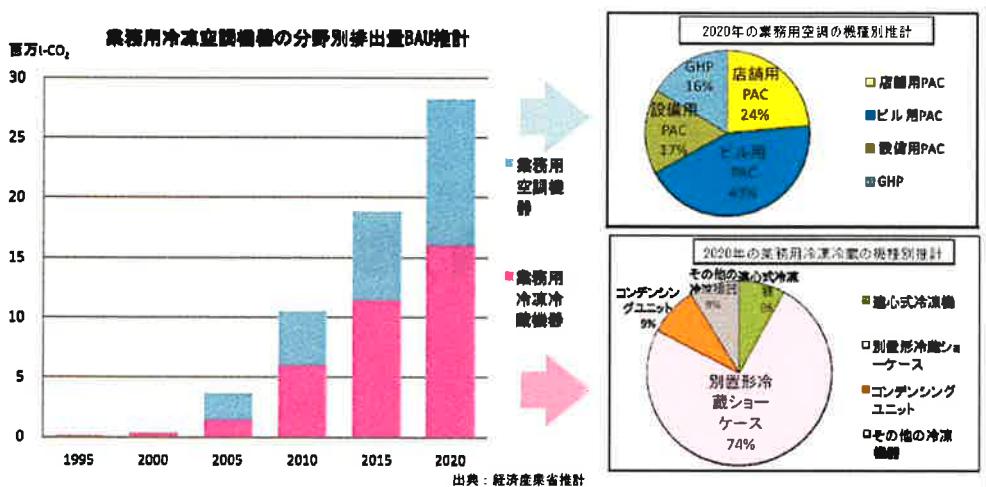
ダイキンの低GWP冷媒



用途ごとに様々な規制に対応可能な低GWP冷媒を開発

30

業務用冷凍冷蔵機器からの排出量大(使用量大、R-404AのGWP大(3920))



◎NEDO CO₂冷媒省エネ冷凍冷蔵ショーケースの開発
CO₂省エネ機器の開発は完了。

課題 : ①機器コスト(従来機器の2倍近く)
②高圧による使用時漏洩
③メンテナンス体制の整備



普及が進んでいない

31

冷凍冷蔵用 低GWP冷媒

冷媒	GWP	燃焼性	性能	機器コスト	特徴
R-404A	3900	不燃	○	○	現行冷媒。
D2Y-65 (HFO混合)	<300	微燃	○	○	R-404Aに近い性能を持ちドロップイン可能なため、炭酸ガスと比べ機器コストを抑えることができる。
D52Y (HFO混合)	<1000	微燃 (日本では 不燃)	○	○	冷凍分野で問題となる吐出温度と燃焼性をより抑えた冷媒種。
炭酸ガス (CO ₂)	1	不燃	△	×	GWP 1であるが、高い圧力のため、機器コストがR-404A機に比べ2倍以上。
HFC-134a	1430	不燃	○	○	現行冷媒。
HFO-1234yf	4	微燃	○	○	HFC-134aと同等の性能。 可燃対策は必要だがドロップイン可能。
D4Y (HFO混合)	<600	不燃	○	○	HFC-134aと同等の性能の 不燃性冷媒(共沸)。ドロップイン可能。

32

HFO系冷媒の特徴

◎R-404A代替 (D2Y-65, D52Y)

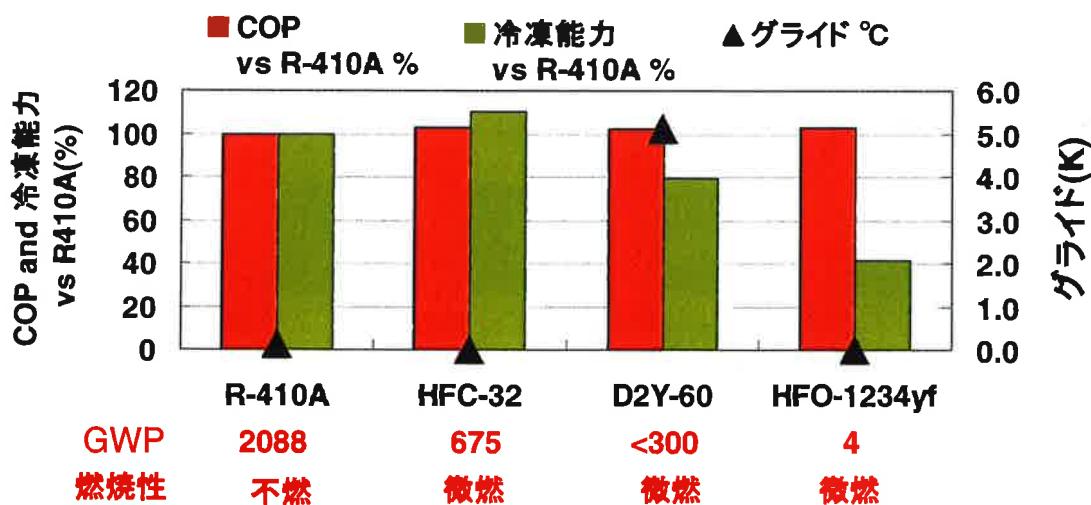
- ・CO₂と比べ、機器設計圧力の変更をほとんどせずに適用可能。
- ・機器コストを大幅に抑えることが可能。
- ・R-404Aと近い冷凍能力で、CO₂と比べると小さいランニングコストが期待できる。

◎HFC-134a代替 (HFO-1234yf, D4Y)

- ・HFO-1234yfは、可燃対応が必要ではあるがGWP 4。
- ・D4Yは共沸の不燃冷媒なので、ドロップイン可能。
- ・能力はHFC-134aより若干高い。

33

ダイキンの低GWP冷媒 (RA)



- ・HFC-32冷媒は高い性能を持ちGWPをR-410Aの1/3にできる。
- ・D2Y-60は、多少の機器側の圧力損失及び温度グライド対策が必要だが、GWP 300以下。
- ・大幅な機器改善が必要とされるが、規制次第ではHFO1234yf単独冷媒も最終的には候補になりえる。

34

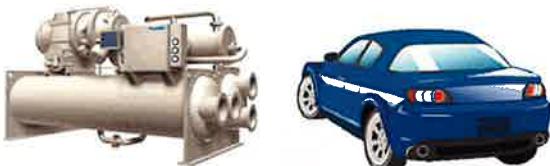


冷媒	GWP	燃焼性	性能	機器コスト	特徴
R-410A	2090	不燃	○	○	現行冷媒。
HFC-32	675	微燃 〔日本では不燃〕	◎	○	高い冷媒性能。 GWP値はR-410Aの約1/3。 直ぐに適応可能な低GWP冷媒。 今秋より搭載空調機販売開始。
D2Y-60 (HFO混合)	<300	微燃	○	△	よりGWPを抑えた冷媒種。 さらに厳しい規制への対応が可能。 多少の機器側の改良が必要だが、 GWP 300以下。 NEDO, AHRI*において実機評価。

*AHRI:米国冷凍空調暖房工業会

35

大型機器・車用 低GWP冷媒



冷媒	GWP	燃焼性	性能	特徴
HFC-134a	1430	不燃	○	現行冷媒。
HFO-1234yf	4	微燃	○	HFC-134aと同等の性能。 可燃対策は必要だがドロップイン可能。 カーエアコンへ搭載開始された。
HFO-1234ze(E)	6	微燃	△～○	HFO-1234yfに比べると圧力は低いが、 大型冷凍空調機器の有力候補冷媒。
D4Y (HFO混合)	<600	不燃	○	HFC-134aと同等の性能の 不燃性冷媒。 ドロップイン可能。 大型冷凍空調機器にて実機検討中。

36

微燃性冷媒使用のための規格改定

低GWP冷媒の燃焼性の定義、区分は国や規格により様々

規格	HFC-32	HFO-1234yf
ASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)	微燃性(2L)	微燃性(2L)
ISO(国際標準規格)	微燃性(2L)	微燃性(2L)
高圧ガス保安法(一般則)	不燃性	可燃性
GHS(化学品の分類、表示ラベルの世界調和)	可燃性	可燃性

微燃性である低GWP冷媒の普及に向けて、
様々な燃焼性に関する規格・基準の早期制定や改訂への働きかけ。

- 例) ・微燃性冷媒の法整備に向け、
日本冷凍空調工業会でリスク評価などを実施中
- ・GFPF(世界フルオロカーボン生産者協議会)より、
GHSにおける2L(微燃性)冷媒の区分変更を検討要請

37

HFO系低GWP冷媒の供給体制

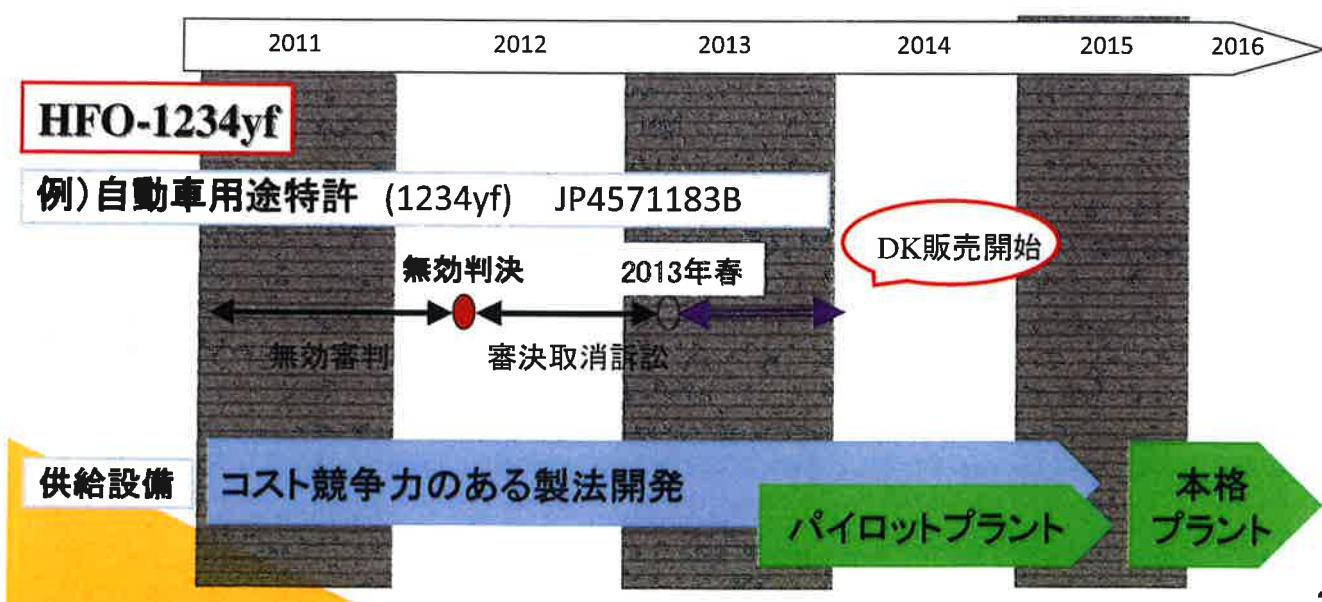
特許対応

HFO系冷媒の普及のため、
他社特許に対して、無効審判訴訟や再審査請求の実施。

例) H社HFO-1234yf自動車用途特許(日本、欧州)…1審判決：無効

製法開発

コスト競争力のある製法開発



38