



May. 30  
2019

## 次世代冷媒-R407H於冷凍冷藏 實際案例分享

ダイキン工業株式会社 化学事業部

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD.**

# 今日發表內容

- 關於大金工業
- 冷媒規範
- 新冷媒「Creard R407H」
- 實際測試結果

## 各事業部営業額構成 全公司営業額 2兆4811億円 (2018年度)

空調事業 22,222億円



氟素化学事業 2,008億円

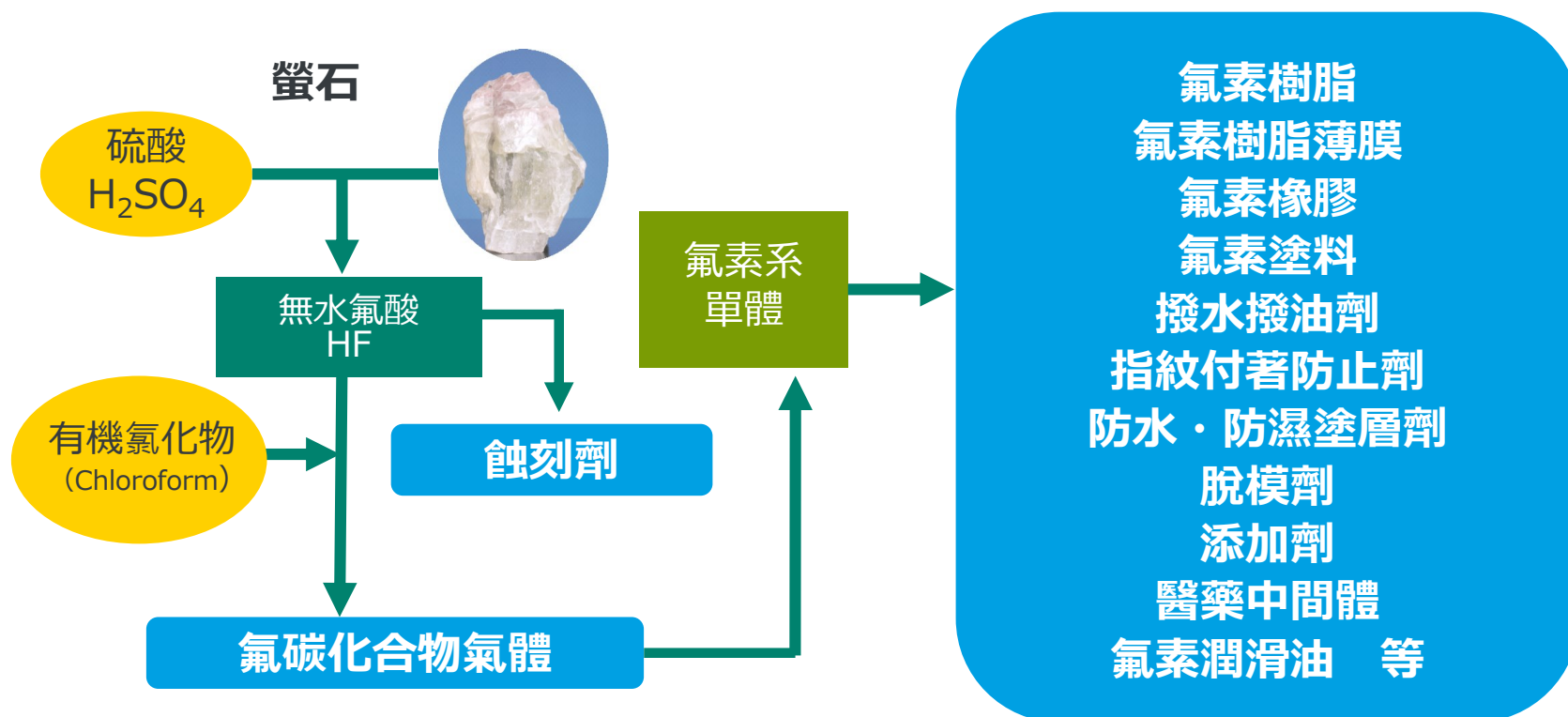


其他事業  
(油機事業・特機事業他) 581億円



## 廣泛的氟素化學產品線

以螢石為原料（氟化鈣  $\text{CaF}_2$ ），生產多樣的氟素化學製品



## 氟素化學品LINE UP



氟樹脂



氟橡膠



氟塗料



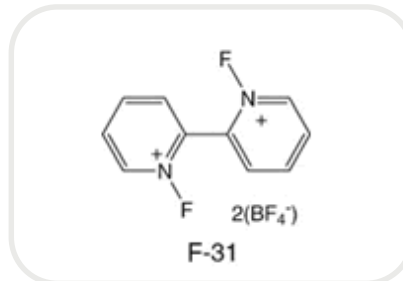
撥水撥油劑



防指紋附著劑



離型劑



中間體



氟碳氣體

大金工業集團是全世界唯一  
包含空調・冷凍機及冷媒等氟素化學品事業的企業

## 大金工業的基本方針『多元的冷媒選擇』

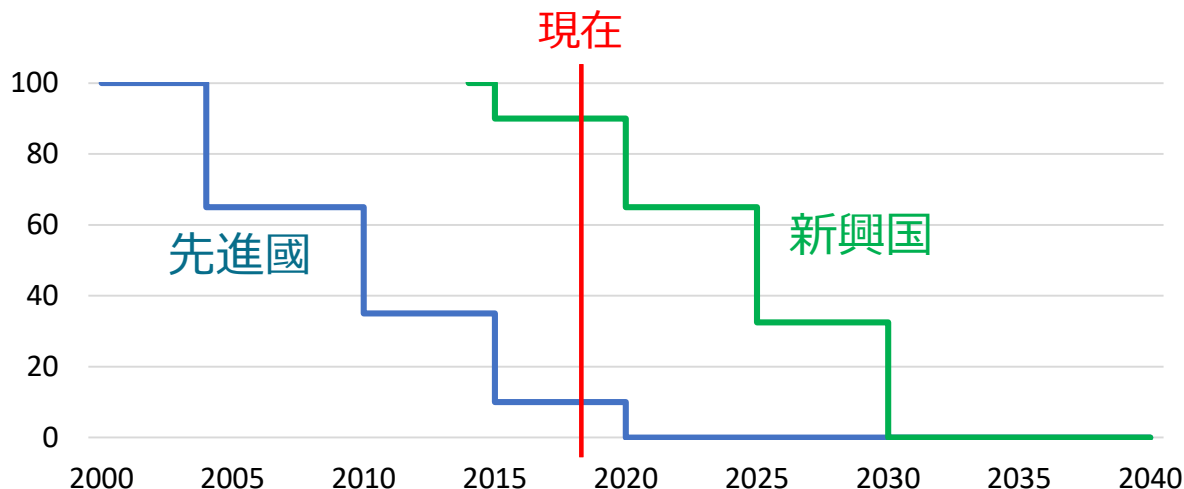
降低對環境的影響。由**安全性/環境性/高能源效率/經濟性**觀點進行綜合性評估，選用適合各種機器設備適合的冷媒。

“Sooner the Better”…提早著手、對抑制溫室化效應做出貢獻

### 冷媒與機器的Life Cycle

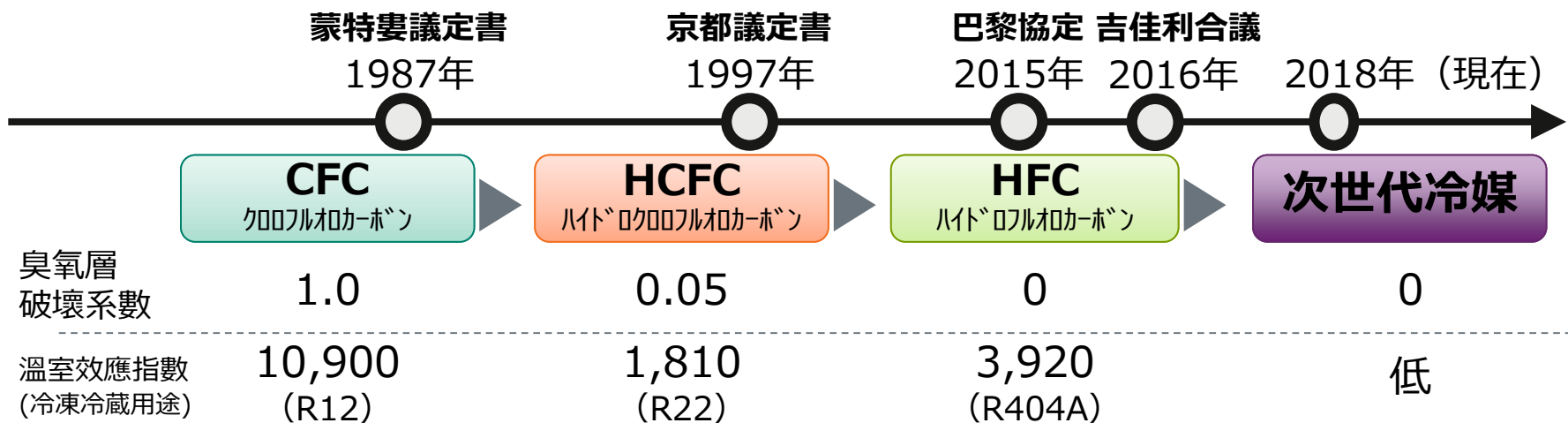


## 蒙特婁議定HCFC管制時程表



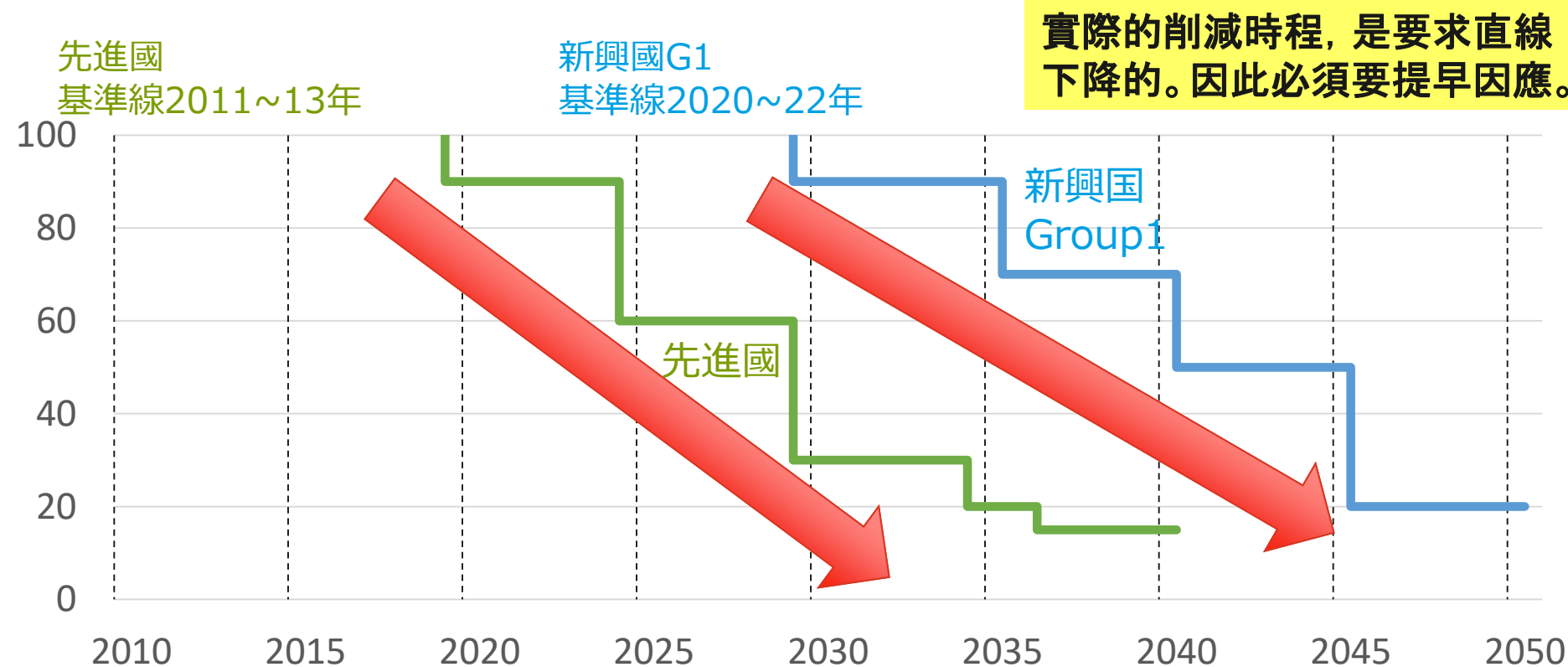
2020年為  
HCFC淘汰重要的一年  
先進國：10%→0%  
新興國：90%→65%

市場上仍有多數  
使用R22的機器，急待切換。



從削減臭氣層破壞係數著手，防止地球溫室效應

## 蒙特婁議定書的HFC管制時程



吉佳利改訂後依HFC的GWP換算進行階段性削減  
GWP較高的冷媒則可能首先成為被削減的對象



| 既有冷媒                    | 低GWP<br>不燃                                              | 低GWP<br>微燃                                                        | 主要用途                          |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| R410A<br>GWP=2088(1924) | -                                                       | R32<br>GWP=675(677)                                               | 空調設備（PAC、RAC、商用空調）<br>Chiller |
| R404A<br>GWP=3922(3943) | R407H<br>GWP=1495(1378)<br><br>R407I<br>GWP=1459 (1337) | R454A<br>GWP=239(238)<br><br>R468A<br>GWP=148(146)<br>(ASHRAE申請中) | 冷凍冷蔵用機器、冷凍倉庫                  |
| R407C<br>GWP=1774(1624) |                                                         |                                                                   | 冷凍冷蔵用機器、冷凍倉庫<br>空調設備          |
| R22<br>GWP=1810(1760)   |                                                         |                                                                   |                               |
| R134a<br>GWP=1430(1300) | R513A<br>GWP=631(573)                                   | R1234yf<br>GWP=4(1)<br><br>R1234ze<br>GWP=6(1)                    | 車用空調、自動販賣機、<br>Chiller        |

地球温暖化規制対応冷媒“クリアード”

Creard 

\* GWP値：IPCC 第4次報告（第5次報告）

|                   | R404A                               | R407H                              | R407I                             | R468A <sup>2)</sup>                   | R22          |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 組成                | R125/R143a/R134a<br>(44.0/52.0/4.0) | R32/R125/R134a<br>(32.5/15.0/52.5) | R32/R125/R134a<br>(19.5/8.5/72.0) | R1132a/R32/R1234yf<br>(3.5/21.5/75.0) | R22<br>(100) |
| 分子量               | 97.6                                | 79.1                               | 86.9                              | 88.8                                  | 86.5         |
| 沸点<br>(101.3 kPa) | -46.2°C                             | -44.6°C                            | -39.8°C                           | -51.2°C                               | -40.8°C      |
| 臨界温度              | 72.0°C                              | 86.5°C                             | 92.0°C                            | 83.9°C                                | 96.1°C       |
| 臨界压力              | 3.73 MPa                            | 4.85 MPa                           | 4.60 MPa                          | 4.46 MPa                              | 4.99 MPa     |
| 压力 (25 °C)        | 1.25 MPa                            | 1.24 MPa                           | 0.96 MPa                          | 1.33 MPa                              | 1.04 MPa     |
| ODP               | 0                                   | 0                                  | 0                                 | 0                                     | 0.055        |
| GWP <sup>1)</sup> | 3922 (3943)                         | 1495 (1378)                        | 1459 (1337)                       | 146 (146)                             | 1810 (1760)  |
| ASHRAE<br>安全性区分   | A1                                  | A1                                 | A1                                | A2L                                   | A1           |
| 高压氣體保安法<br>冷凍則区分  | 不活性氣體                               | 不活性氣體                              | 不活性氣體                             | 非不活性<br>全氟碳                           | 不活性氣體        |

1) GWP値：IPCC 第4次報告 (第5次報告), 2) ASHRAE申請中, 2019年6月登録見込

**R407H相較R404A的GWP減少了62%、為不燃性媒**  
**另一方面，也持續開發GWP在150以下的R468A**

- ✓ **不燃且低毒性**
- ✓ **不含HFO等新冷媒，原料取得安定性高**
- ✓ **做為R404A替代冷媒，降低地球溫室化指數的同時，能源效率也在R404A同等以上**
- ✓ **在既有R22配管設計壓力可再使用的前提下，可以直接從R22切換成407H使用**

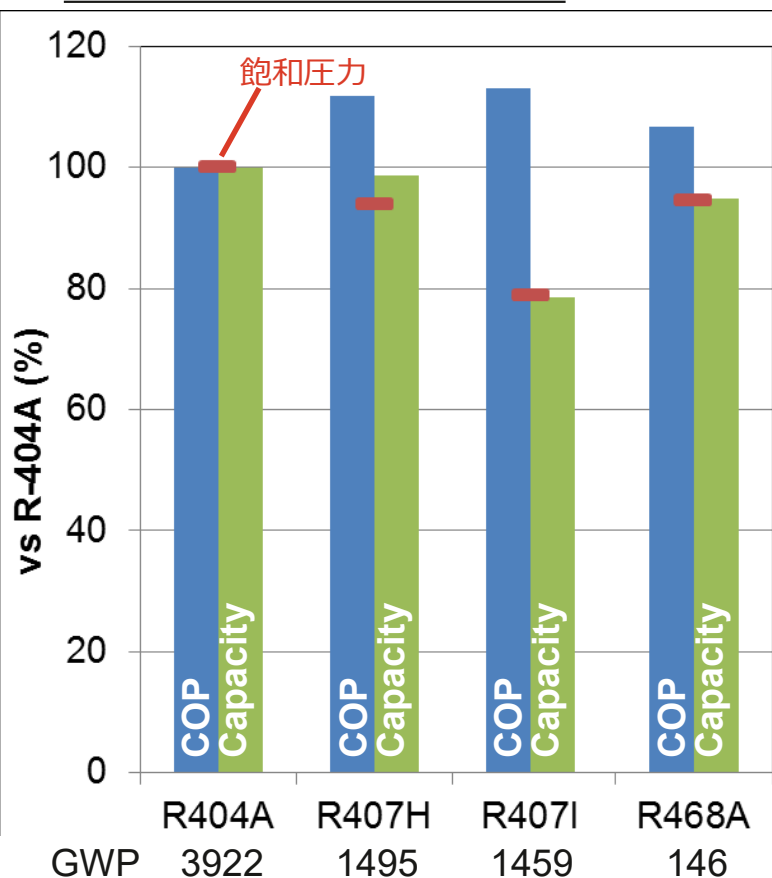
## R407I

- ✓ 設計壓力在R22以下, 做為R22替換冷媒
- ✓ GWP:1500以下
- ✓ 不燃(不活性全氟碳)
- ✓ HFC混合冷媒, 供給面安定性高
- ✓ 冷凍能力約比R404A下降約20%

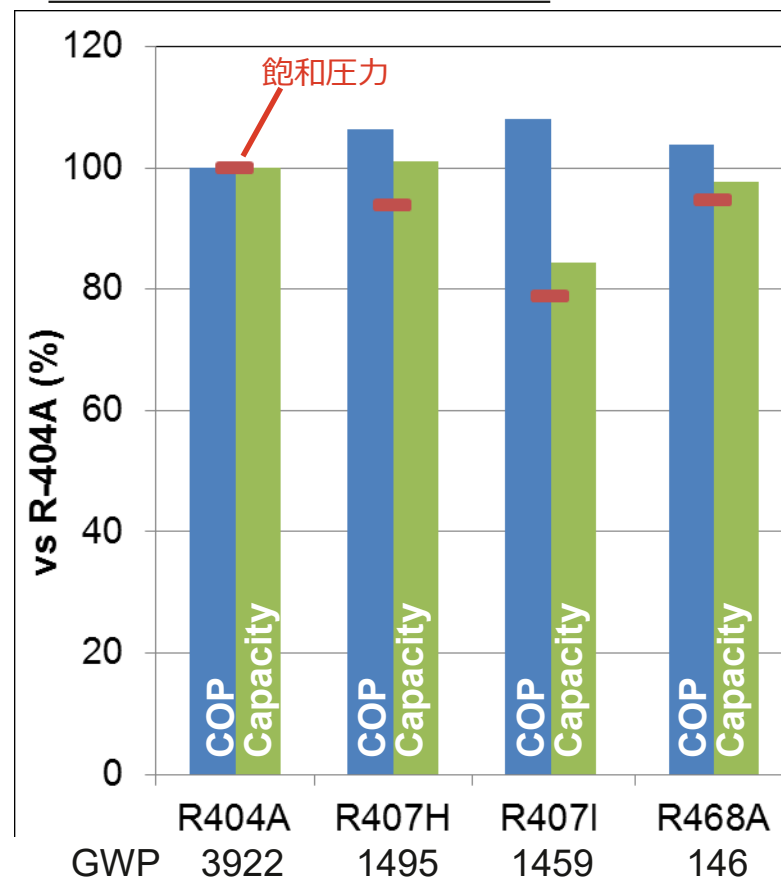
## R468A

- ✓ 因應未來規制的R404A替代冷媒
- ✓ GWP:150以下
- ✓ 微燃性
- ✓ HFO混合冷媒
- ✓ 效能與R404A同等

## 冷凍條件 – 蒸発温度: -40°C



## 冷蔵條件 – 蒸発温度: -10°C



計算條件: 凝縮温度: 40°C, 過冷却: 0 K, 過熱: 20 K, 圧縮効率: 70%.  
此數値依據冷媒物性試算所得, 並未考量壓力損失, 熱交換效率, 壓縮機效率等變動因素。

**R407H性能在R404A同等以上**  
**R468A性能與R404A同等**

I.Rydkin, Pega Hrnjak, 17th International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue, 2018

## 測試條件

### 模擬美國超市一般常用的系統， 進行R22, R404A, R407H, 448A 4種冷媒的測試

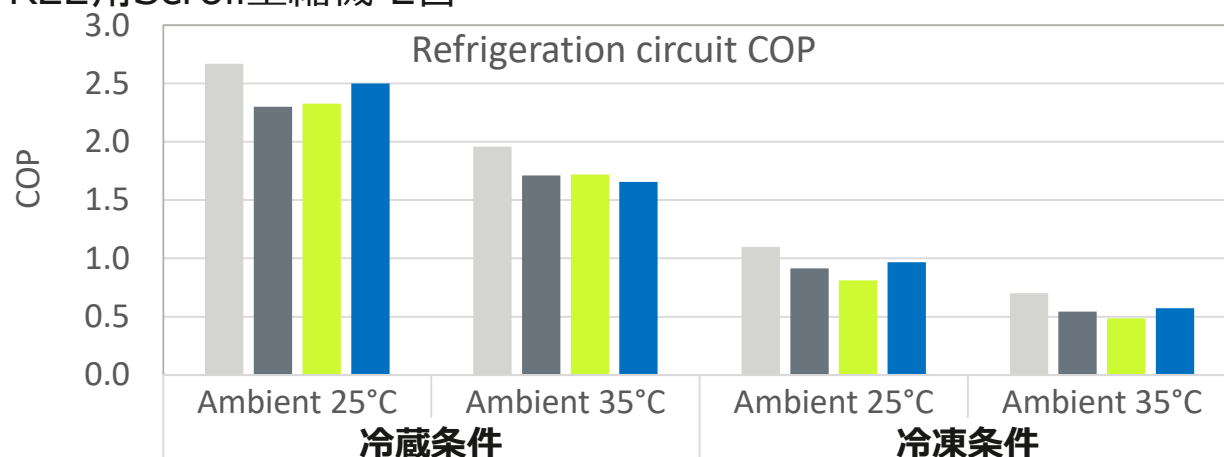
Show case : Hillphoenix or Hussmann製, 冷藏條件(5台), 冷凍條件(2台)使用

外氣溫度：25℃、35℃

壓縮機：Emerson製 R404A, R22用Scroll壓縮機 2台



試驗室外觀



依測試結果計算後所得到的  
冷凍效率比較→

| 冷媒    | Ambient 25℃ | Ambient 35℃ | Ambient 25℃ | Ambient 35℃ |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| R22   | 2.67        | 1.96        | 1.10        | 0.70        |
| R404A | 2.30        | 1.71        | 0.91        | 0.54        |
| R448A | 2.33        | 1.72        | 0.81        | 0.49        |
| R407H | 2.50        | 1.66        | 0.97        | 0.57        |

自原來R22的系統，變更冷凍油、調整膨脹弁即可  
效率(COP)較R404A更為提升



## 依測試結果計算後得到的冷凍效率比較

| 冷媒    | COP  | COP<br>(vs R404A%) |
|-------|------|--------------------|
| R404A | 1.69 | 100                |
| ↓     | ↓    | ↓                  |
| R407H | 1.86 | <b>110</b>         |

### <測試條件>

壓縮機：東芝製 R404A用Scroll壓縮機

外氣溫：27℃定溫測試

變更點：更換膨脹弁 - R404A用→R407H用  
調整壓力調整弁  
蒸發/凝縮側調整

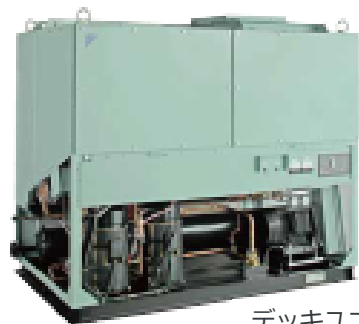
結果：在相同電力下,冷凍能力約提升10%

**新訂單生產皆全數切換至R407H**  
**2台已出貨，2台已接單。也持續進行 R404A舊設備的替換。**

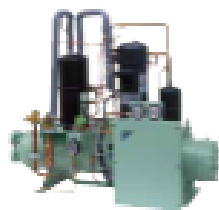
## 使用R407H的產品

下記設備供給開始時程如下：

2018年4月開始接单



デッキユニット



小型冷凍機



船舶空調

2018年10月開始接单



船舶Chiller

## 新機使用 R407H

R407H冷媒，對降低環境負荷做出貢獻的同時，也能符合船舶用途特殊的要求。在船舶設備用途中，R407H是現行最適合的冷媒，因此開始採用。

| 船舶要求     | R407H的特點                                    |
|----------|---------------------------------------------|
| 安全性      | 不燃 (A1) 、與現行冷媒R404A、R407C同等                 |
| 環境負荷小    | GWP:1495 (對R404A比:約38%)                     |
| 冷凍・空調共用性 | 可用於 冷凍・空調 兩個領域<br>且可發揮R404A・R407C同等性能       |
| 全球調度性    | 大金及海外冷媒廠商已可開始供給                             |
| 冷媒安定性    | 為HFC冷媒，不同於HFO冷媒有因為分解因而造成對機器不良影響的疑慮          |
| 船級對應     | NK認證完成。可對應各船級環境選擇。(NKルールブック次期改定時にR407H掲載予定) |

## 既有設備的替換 - R407H

以往從R22的設備以R404A進行替換，另外也有以下的方式進行中。

- R404A → R407H
- R407C → R407H
- R22 → R407H

依 機器・設備不同，有不同的對應方式。  
詳細會依實際狀況討論。

\* 括取自DAIKIN MR Engineering公司資料

## 已開始接单生產採用R407H冷媒的船舶冷凍空調設備



## 冷凍機內藏平型Open Show case

室温：27 °C, 濕度：70 %,  
壓縮機：變頻scroll  
有噴液  
膨脹弁：電子膨脹弁  
庫内温度：-24 °C



能源消費量：- 5%  
R404A同等以上性能

| Refrigerants | R404A | R407H |
|--------------|-------|-------|
| COP (%)      | 100   | 106   |
| 能源消費量 (%)    | 100   | 95    |
| 吐出温度 (°C)    | 60.3  | 59.2  |
| 吸入温度 (°C)    | -2.9  | 8.1   |
| 膨脹弁開度 (%)    | 36    | 21    |

於近期展覽會中介紹R407H機種。2019年中開始銷售

## 冷凍機別置型多層Show case

室温：25 °C, 濕度：60 %,  
壓縮機：變頻scroll  
膨脹弁：電子膨脹弁  
庫内温度：5°C



能源消費量：-18%

| Refrigerants | R404A | R407H |
|--------------|-------|-------|
| 能源消費量 (%)    | 100   | 82    |
| 庫内温度 (°C)    | 4.8   | 4.1   |
| 吸入温度 (°C)    | 9.3   | 4.9   |
| 周波数 (Hz)     | 60    | 46    |

能源消費在冷凍條件下減少5%, 冷藏條件下減少18%

# 食品冷藏倉庫的採用（義大利）

技術動向や市場動向により隨時更新されますのでご了承ください。

## ●地點

Air Food S.r.l., Via Giovanni XXIII Papa,  
Cardano Al Campo, VA, Italy

## ●用途

冷凍倉庫(-30°C, 40m<sup>3</sup> )

## ●機器／條件

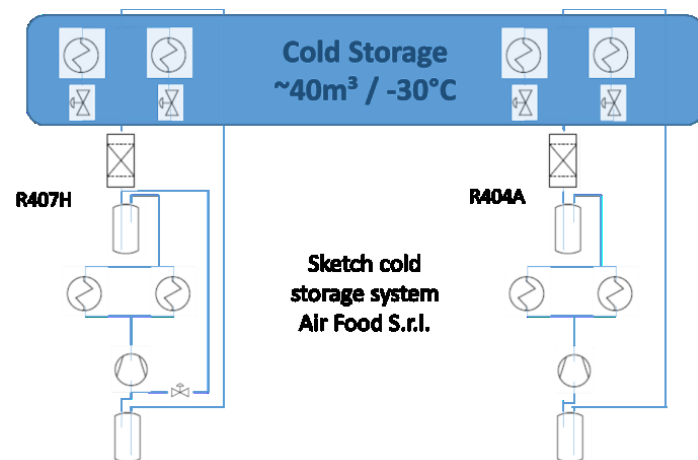
壓縮機 : Frascold Z40-154Y, 154.4 m<sup>3</sup>/h  
Condensing unit : Eurocold CASZ40154Y  
蒸發器 : Eco Group SRE double circuit  
膨脹弁 : Danfoss TES12(R404A)

## ●結果

### **COP提升11%**

R407H的吐出溫度有噴液時為92.8°C、無噴液時為106.8°C仍在壓縮機的使用範圍內。

R407H的COP為1.88，較R404A的1.69更提升。



<https://www.daikinchem.de/case-study-r407h-replacement-r404a-cold-storage-air-food-srl>

# 超級市場“K+K”的採用 (R404A→R407H)

技術動向や市場動向により隨時更新されますのでご了承ください。



在德國有220間店舖營運  
將連鎖超市“Klaas + Kock(K+K)” 運作中的R404A  
機器，替換成R407H冷媒。

機器僅需變更膨脹弁(變更為電子膨脹弁).  
吐出溫度對策，在冷凍條件下使用外加式風扇  
(無噴液)

使用電力較使用R404A時比較  
**冷凍條件下削減9%.**





# 超級市場“TOPS”採用 (R22→R407H)

技術動向や市場動向により随時  
更新されますのでご了承ください。



美國160店舖營運中  
美國連鎖超市“TOPS”運作中的R22機器  
替換成R407H.

消費電力 : **R22同等**

機器變更點 : 冷凍機油(鈹油→POE)  
壓力調整弁的微調整

機器 : Hillphoenix製

壓縮機 : Emerson製

場所 : Alden, New York



<https://daikin-america.com/blog/2018/02/15/daikin-announces-first-retrofit-installation-new-low-gwp-refrigerant-creard-r-407h-cold-storage-warehouse/>

顧客聲音：「切換至R-407H、在**能源效率、冷媒成本、及**  
**機器變更最小限度即可切換的優勢上，用較少的投資得到更高的效果。**  
對純利的提高，有很大的貢獻。」

## R407H可因應接下來的環境法規

⇒ R407H較R404A的GWP少了62%，**可因應接下來的環境法規**  
現有R404A設備，也必須替換為 **R407H等的低GWP冷媒**

## 可簡易更換的冷媒，即時對地球溫室化做出貢獻

⇒ 如將R22設備更換為R410A冷媒時，**必須更換配管或Show case**  
需要更換配時，**施工期間長**  
**原有配管是否可再使用**，也關係著初期成本及施工期間的長短

## 冷媒再生的難易度，也是日後取得性的重要指標

⇒ 不久的將來、GWP偏高的R404A，其供給量會開始減少且予期價格高漲  
GWP規制會越趨嚴格，**再生性佳的冷媒**是較理想的選擇

## 日系廠商將於2019年開始有407H對應機種銷售

⇒ **Panasonic、福島工業 有R407H對應機種可開始銷售**。其他廠商也在評估中  
歐洲廠商已有對應新機種及個別替換對應

## 達成店舖節能目標

⇒ **冷藏領域約3~20%，冷凍領域約1~9%的用電量削減**。  
(依據實際性能測試及模擬結果所得)

**做為R404A的替代冷媒，在先進國R407H可使用至2030年後半(含再生品)。  
下一階段的環保對應冷媒也持續開發中**

# 冷凍循環模擬軟體可供自由使用！

<https://www.daikinchem.de/products-and-performance/refrigerants>

[Home](#) / [Products & Performance](#) / Refrigerants

## Refrigerants



### Refrigerants

For more than 80 years, DAIKIN has been a leading producer of fluorine refrigerants.

As the industry faces the regulations to phase out Ozone Depleting Substances, known as the Montreal Protocol, DAIKIN has been at the forefront of the drive to provide environmental friendly refrigerants. In 1991, we began Asia's first mass production of HFC-134a, and in 1996, we built the world's first commercial scale plant of HFC-32.

DAIKIN is the only company in the world dedicated to manufacturing both air conditioning systems and refrigerants. With this unique situation, we continue to develop new refrigerants, which can raise energy efficiency on equipment and lessen the environmental impact. DAIKIN is committed to explore and adopt cutting-edge technology, in order to continually offer value-added and solution-based products and services to customers.

For further information, please check out our [sustainability section](#).

### Our product range

Creard R-407H



[Contact us for further information](#)

### DAIKIN Refrigerants Calculation Software

Calculation of thermo-physical properties  
Enables cycle calculation and pipe sizing  
Full flexibility by data export to Excel, etc.

- [Windows version \(v.11\)](#)

### DAIKIN Refrigerants App

Quick access to basic physical data  
and temperature/pressure reference  
for a wide range of refrigerants.

- [iOS App](#)
- [Android App](#)
- [Web App \(device independent, requires internet connection\)](#)

DAIKINref 11.0.1 - [R407H]

文件(Z) 制冷剂(Y) 计算(T) 选项(X) 窗口(V) 帮助(U) www 符合性声明(S)

R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227ea R1234yf R1234ze R404A R407A R407C **R407H** R410A R417A R417B R454A R507 R513B R11 R12 R22 R502 R13B1 R290 R600a R1270

R717 R744 ?

**R407H**  

$t_c$  86.49 °C  
 $p_c$  4.853 MPa  
 $v_2$  155E-03 dm<sup>3</sup>/kg

特性  °C / °F

**蒸发器**

温度 -10.00 °C  
过热度 7.00 K  
压降 0.000 MPa  
制冷量 10.00 kW

**冷凝器**

温度 35.00 °C  
过冷度 0.00 K  
压降 0.000 MPa

计算  Auto

**压缩机**

等熵效率 0.800  Auto

**吸气管**

过热 0.00 K  
压降 0.000 MPa

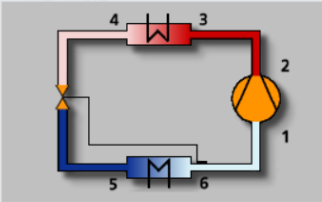
**排气管**

温度损失 0.00 K  
压降 0.000 MPa

循环 (F2) 输出参数 (F3) 性能系数、质量流率等等 (F4) 管道尺寸 (F5)

| #     | p<br>MPa | t<br>°C | v<br>m <sup>3</sup> /kg | h<br>kJ/kg | s<br>kJ/(kgK) | x<br>kg/kg |
|-------|----------|---------|-------------------------|------------|---------------|------------|
| 1     | 0.334    | -3.00   | 7.801E-02               | 428.60     | 1.8817        |            |
| 2s    | 1.403    | 59.88   | 2.089E-02               | 468.56     | 1.8817        |            |
| 2     | 1.403    | 68.95   | 2.191E-02               | 478.55     | 1.9113        |            |
| 3     | 1.403    | 68.95   | 2.191E-02               | 478.55     | 1.9113        |            |
| 3'    | 1.403    | 35.00   | 1.770E-02               | 439.48     | 1.7909        |            |
| 3"4'm | 1.403    | 32.34   | 9.308E-03               | 342.42     | 1.4727        |            |
| 4'    | 1.403    | 29.68   | 9.167E-04               | 245.35     | 1.1545        |            |
| 4     | 1.403    | 29.68   | 9.167E-04               | 245.35     | 1.1545        |            |
| 5     | 0.334    | -14.67  | 2.168E-02               | 245.35     | 1.1773        | 0.281      |
| 56"m  | 0.334    | -12.33  | 4.844E-02               | 333.85     | 1.5178        |            |
| 6"    | 0.334    | -10.00  | 7.520E-02               | 422.35     | 1.8583        |            |
| 6     | 0.334    | -3.00   | 7.801E-02               | 428.60     | 1.8817        |            |

单级压缩流程



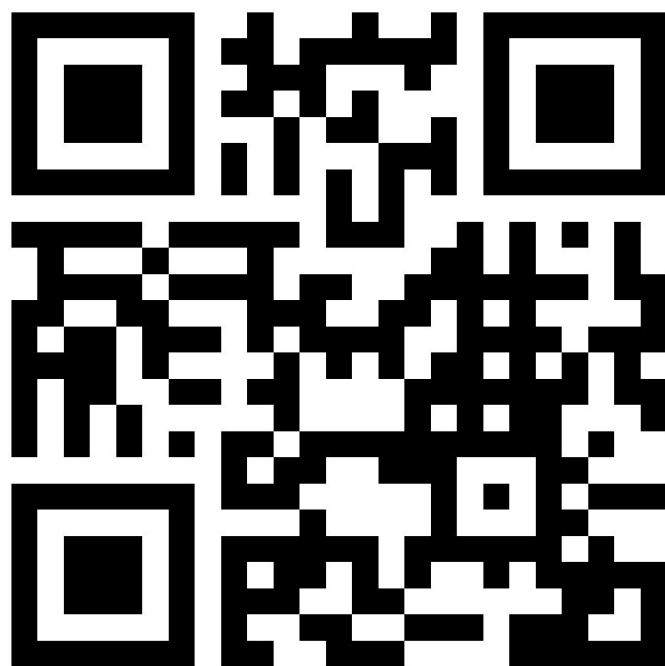
- 多種語言選擇
- 只要輸入運作條件、即可自動計算主要部件溫度或壓力
- 可設定多種冷凍循環模式
- 可提供適用配管建議

**請務必多加利用！**



大金工業有冷媒資訊APP！（英/日文版）  
APP搜尋：DAIKIN Refr.

請多加利用！





謝謝你的聆聽

ダイキン工業株式会社 化学事業部  
午坊健司  
kenji.gobou@daikin.co.jp

## 在歐美持續增加中的客戶採用

| 製品             |                                                                                     | 冷媒                               | 評価結果                                                                                                                            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 冷凍機器           |    | R404A → R407H                    | Zanotti社製モノブロック機器上,<br>採用R407H採用並銷售中<br>(壓縮機はEmerson製)                                                                          |
| 超市系統<br>(歐洲各國) |    | R404A → R407H                    | 於數十間超市一部分的Show case充填R407H,<br>正常運作中(2016/12~).<br><b>較R404A消耗電量減少.</b>                                                         |
| 冷藏倉庫<br>(歐洲各國) |    | R404A → R407H                    | 用於與R404A相同規格的系統進行實測<br>2017.5~數十件稼動中.<br><b>較R404A消耗電量減少.</b>                                                                   |
| 超市系統<br>(美國)   |   | R22 → R407H<br><br>R404A → R407H | 超市 <b>既有R22系統中</b> 置換R407H<br>(2018.5~, 僅更換成酯類油脂。 ⇒ <b>性能良好</b><br><br>超市 <b>既有R404A機器</b> 中, 置換R407H(2018.6~)<br>⇒ <b>性能良好</b> |
| 冷凍冷藏倉庫<br>(美國) |  | R22 → R407H                      | 既有R22倉庫的冷媒替代, <b>實證測試開始.</b><br>(2017.9~, 僅更換成酯類油脂). <b>性能良好.</b>                                                               |

**新機器的採用增加中.**

| 製品            | MAKER                       | 冷媒                               | 採用狀況                                                                                                                                |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Show Case     | Panasonic                   | R404A<br>⇒ <b>R407H</b>          | 於 <b>PANASONIC</b> 的R407H/R448A/R449A兼用機,<br>預計自 <b>2019年年內開始銷售</b> .                                                               |
| 冷凍倉庫          | 日新興業                        | R404A<br>⇒ <b>R407H</b>          | 2 元系 (R32/R407H) 冷凍倉庫用高壓側冷媒, <b>性能良好</b> .<br>R22/R404A的替代冷媒, <b>性能面・價格面上, R407H/R407I<br/>更能優異</b> , 新機器採可隨時切換的方針.<br>採用單段・二段・超低溫. |
| 船舶用<br>冷凍空調機器 | DAIKIN<br>MR<br>ENGINEERING | R407C<br>⇒ <b>R407H</b>          | 以R404A, R407C替代冷媒做評測, 性能相當.<br>DAIKIN MR ENGINEERING <b>採用(2018.10~)</b>                                                            |
| 除湿器           | DAIKIN                      | R404A<br>R407C<br>⇒ <b>R407H</b> | DAIKIN化工機新機種(R404A機, R407C機)<br>已確定全數切換R407H(2018.6~)                                                                               |
| 壓縮機           | DAIKIN                      | R404A<br>R407C<br>⇒ <b>R407H</b> | DAIKIN空調 <b>開始銷售</b> 使用R407H的壓縮機.                                                                                                   |

**新機器的採用增加中.**

| 製品            | MAKER                       | 冷媒                               | 採用狀況                                                                                                                               |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Show Case     | Panasonic                   | R404A<br>⇒ <b>R407H</b>          | 於 <b>PANASONIC</b> 的R407H/R448A/R449A兼用機,<br>預計自 <b>2018年10月</b> 開始銷售.                                                             |
| 冷凍倉庫          | 日新興業                        | R404A<br>⇒ <b>R407H</b>          | 2 元系 (R32/R407H) 冷凍倉庫用高壓側冷媒, <b>性能良好.</b><br>R22/R404A的替代冷媒, <b>性能面・價格面上, R407H/R407I<br/>更能優異</b> , 新機器採可隨時切換的方針.<br>採用單段・二段・超低溫. |
| 船舶用<br>冷凍空調機器 | DAIKIN<br>MR<br>ENGINEERING | R407C<br>⇒ <b>R407H</b>          | 以R404A, R407C替代冷媒做評測, 性能相當.<br>DAIKIN MR ENGINEERING <b>採用(2018.10~)</b>                                                           |
| 除湿器           | DAIKIN                      | R404A<br>R407C<br>⇒ <b>R407H</b> | DAIKIN化工機新機種(R404A機, R407C機)<br>已確定全數切換R407H(2018.6~)                                                                              |
| 壓縮機           | DAIKIN                      | R404A<br>R407C<br>⇒ <b>R407H</b> | DAIKIN空調 <b>開始銷售</b> 使用R407H的壓縮機.                                                                                                  |