# 2.F.3 消火剤（Fire Protection）（HFCs）

## 1．排出・吸収源の概要

### 1.1 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

電気室や美術館、精密機械、電気通信機室等に設置される[1]ハロゲン化物消火設備に使用される消火剤として HFCs（HFC-23 及び HFC-227ea）が使用されており、消火剤の製造、使用及び廃棄に伴い HFCs（HFC-23 及び HFC-227ea）が排出される。

### 1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

「2.F.3 消火剤」からの HFCs は、1996 年から消火剤としての HFCs の使用が開始されたことで排出が始まり、HFCs を使用した消火剤のストック量の増加により、排出量も増加傾向となっている。

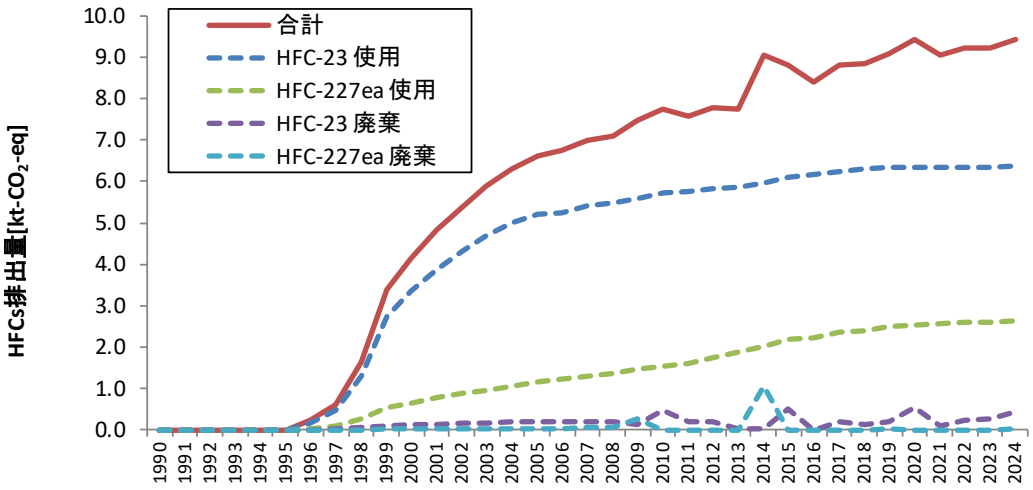



図 1　「2.F.3 消火剤」からの HFCs 排出量の推移

## 2．排出・吸収量算定方法

### 2.1 排出・吸収量算定式

製造時の排出については、2004 年時点において、消火設備のボンベに充填されている HFCs は HFC-227ea のみであり、製造時の HFC-227ea 排出量を計算したところ、0.0007 t と非常に少ないことから、専門家判断により「NO：ガスの排出・吸収に結びつく活動が存在しない」としている。HFC-23 については、各社ともボンベに充填されたものを購入しており、製造時の漏出は起こらない。

使用時の排出については、1995 年時点においては HFCs を充填した消火剤はほとんど出回っておらず、使用実績がないと考えられることから、1990～1995 年の排出量は「NO」と

[1] 日本消火装置工業会ホームページ：https://shosoko.or.jp/equipment/halo.php

している。1996 年以降の排出量は、HFCs 消火剤のストック量を基に以下の式で算定している。

HFCs 排出量［t］＝HFCs 消火剤のストック量［t］×使用時排出係数［t / t］

廃棄時の排出については、算定年における HFC 消火剤の設置量と前年の HFC 消火剤登録量の和から算定年の HFC 消火剤の登録量を減じた量が、再生量、再生時の排出量及び事故等の再生時以外による排出量の和に等しいことから、この値から再生量を減じることで排出量を算定している（再生時の排出量と事故等の再生時以外による排出量の和と等しい）。

ただし、HFC 消火剤の設置量（2006 年以降）及び登録量（2008 年以降）は把握されているものの、HFC 消火剤の再生量、再生時の排出量及び事故等の再生時以外による排出量は把握されていないため、ガス種別に以下の式で算定している。

n 年の HFCs 消火剤の廃棄時排出量［t］
＝（n 年の HFCs 消火剤設置量［t］＋n-1 年の HFCs 消火剤登録量
　　－n 年の HFCs 消火剤登録量）×ハロン消火剤の実績データに基づく排出係数

なお、データの不足する 2008 年以前の廃棄時排出量は、各年の廃棄時排出量が使用時排出量に比例すると仮定し、各年の使用時排出量に 2009 年から 2022 年における廃棄時排出量と 2009 年から 2022 年における使用時排出量の合計値の比率（3.8%）を乗じて算定している。

PFCs と $SF_6$ については、消火剤の充填ガスとしての使用実態がないため、「NO」としている。

## 2.2 排出係数

HFCs 消火剤使用時の排出係数については、知見が得られていないため、同様の消火剤であるハロンの補充量実績（消防庁提供）から求めた排出率（0.00088）を全年共通で使用している。

HFCs 消火剤廃棄時の排出係数については、HFCs 消火剤の再生量、再生時の排出量及び事故等の再生時以外の排出量データが得られないため、データの得られたハロン消火剤における実績データ（消防環境ネットワーク提供）を用いて、以下の式にて求めた値（2%）を設定している。

廃棄時排出係数
＝（ハロン消火剤の再生時排出量（2012～2022 年の合計）［t］
　　＋ハロン消火剤の事故等の再生時以外排出量（2012～2022 年の合計）［t］）
　　÷（ハロン消火剤の再生量（2012～2022 年の合計）［t］
　　＋ハロン消火剤の再生時排出量（2012～2022 年の合計）［t］
　　＋ハロン消火剤の事故等の再生時以外排出量（2012～2022 年の合計）［t］）

なお、データの不足する 2008 年以前の廃棄時排出係数については、2009 年から 2022 年

における廃棄時排出量と 2009 年から 2022 年における使用時排出量の合計値の比率（3.8%）を設定している。

## 2.3 活動量

HFCs 消火剤のストック量は、消防庁提供データを使用している。なお、1995 年時点では HFCs を充填した消火剤はほとんど出回っておらず、使用実績がないと考えられることから、1990～1995 年の排出量は「NO」としている。

表 1　HFCs 消火剤設置量

| | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HFC-23設置量 | t | | | | | | 0.00 | 15.98 | 27.46 | 74.65 | 132.00 |
| HFC-23累積設置量 | t | | | | | | 0.00 | 15.98 | 43.44 | 118.09 | 250.09 |
| HFC-227ea設置量 | t | | | | | | 0.00 | 13.09 | 22.49 | 61.14 | 83.82 |
| HFC-227ea累積設置量 | t | | | | | | 0.00 | 13.09 | 35.58 | 96.72 | 180.54 |
| | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| HFC-23設置量 | t | 56.29 | 47.59 | 41.23 | 36.36 | 27.69 | 19.02 | 3.07 | 14.92 | 4.56 | 11.47 |
| HFC-23累積設置量 | t | 306.38 | 353.97 | 395.20 | 431.56 | 459.25 | 478.27 | 481.33 | 496.25 | 500.81 | 512.28 |
| HFC-227ea設置量 | t | 44.74 | 37.83 | 32.77 | 28.90 | 35.00 | 31.95 | 28.90 | 21.64 | 25.17 | 30.75 |
| HFC-227ea累積設置量 | t | 225.28 | 263.11 | 295.88 | 324.78 | 359.78 | 391.73 | 420.63 | 442.27 | 467.44 | 498.19 |
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| HFC-23設置量 | t | 10.84 | 4.73 | 4.79 | 4.03 | 9.58 | 13.18 | 7.11 | 6.05 | 6.62 | 0.76 |
| HFC-23累積設置量 | t | 523.12 | 527.85 | 532.64 | 536.67 | 546.25 | 559.43 | 566.54 | 572.59 | 579.21 | 579.97 |
| HFC-227ea設置量 | t | 24.25 | 21.37 | 52.63 | 43.53 | 45.78 | 52.57 | 15.34 | 46.55 | 9.42 | 36.21 |
| HFC-227ea累積設置量 | t | 522.44 | 543.81 | 596.44 | 639.97 | 685.75 | 738.32 | 753.66 | 800.21 | 809.63 | 845.84 |
| | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | | | | | |
| HFC-23設置量 | t | 0.12 | 1.79 | 0.00 | 0.40 | 0.77 | | | | | |
| HFC-23累積設置量 | t | 580.09 | 581.88 | 581.88 | 582.28 | 583.05 | | | | | |
| HFC-227ea設置量 | t | 16.45 | 11.39 | 10.27 | 1.09 | 3.63 | | | | | |
| HFC-227ea累積設置量 | t | 862.29 | 873.68 | 883.95 | 885.04 | 888.67 | | | | | |

廃棄時排出量の算定には、消防環境ネットワーク提供の HFCs 消火剤の設置量（2006 年以降）及び登録量（2008 年以降）を用いた。

表 2　HFCs 消火剤の設置量及び登録量

| | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HFC-23設置量 | t | | | | | | | | | | |
| HFC-23登録量 | t | | | | | | | | | | |
| HFC-227ea設置量 | t | | | | | | | | | | |
| HFC-227ea登録量 | t | | | | | | | | | | |
| | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| HFC-23設置量 | t | | | | | | | | | | 11.47 |
| HFC-23登録量 | t | | | | | | | | | | 33.66 |
| HFC-227ea設置量 | t | | | | | | | | | | 30.75 |
| HFC-227ea登録量 | t | | | | | | | | | | 99.27 |
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| HFC-23設置量 | t | 10.84 | 4.73 | 4.79 | 4.03 | 9.58 | 13.18 | 7.11 | 6.05 | 6.62 | 0.76 |
| HFC-23登録量 | t | 42.58 | 46.51 | 50.42 | 54.38 | 63.88 | 75.01 | 82.35 | 87.63 | 93.66 | 93.54 |
| HFC-227ea設置量 | t | 24.25 | 21.37 | 52.63 | 43.53 | 45.78 | 52.57 | 15.34 | 46.55 | 9.42 | 36.21 |
| HFC-227ea登録量 | t | 123.48 | 144.85 | 197.48 | 243.86 | 274.07 | 339.41 | 354.68 | 408.27 | 417.93 | 453.63 |

| | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HFC-23設置量 | t | 0.12 | 1.79 | 0.00 | 0.40 | 0.77 |
| HFC-23登録量 | t | 91.51 | 92.84 | 91.84 | 91.19 | 90.19 |
| HFC-227ea設置量 | t | 16.45 | 11.39 | 10.27 | 1.09 | 3.63 |
| HFC-227ea登録量 | t | 469.93 | 481.41 | 491.61 | 492.98 | 496.37 |

## 3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 3　初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

| | 2009 年提出 | 2014 年提出 | 2015 年提出 |
|---|---|---|---|
| 排出・吸収量算定式 | HFCs の推計ストック量に使用時排出係数を乗じる算定方法に変更。 | 1990～1994 年の排出量を算定、計上。 | 報告対象となる冷媒種の注釈記号の変更。 |
| 排出係数 | － | － | － |
| 活動量 | － | － | － |

| | 2024 年提出 |
|---|---|
| 排出・吸収量算定式 | HFCs 消火剤の廃棄時排出量を算定、計上。 |
| 排出係数 | － |
| 活動量 | － |

### （1）初期割当量報告書における算定方法

製造時の排出については、2004 年時点において、消火設備のボンベに充填されている HFCs は HFC-227ea のみであり、製造時の HFC-227ea 排出量を計算したところ、0.0007 t と非常に少ないことから、専門家判断により「NO」としていた。HFC-23 については、各社ともボンベに充填されたものを購入しており、製造時の漏出は起こらない。

使用時の排出については、1995 年時点においては HFCs を充填した消火剤はほとんど出回っておらず、使用実績がないと考えられることから、1995 年排出量は「NO」（1990～1994 年の排出量は「NE：未推計」として報告）とし、1996 年以降の排出量については「NE」とした上で、引き続き検討を行うこととしていた。

廃棄時の排出については、消火剤用途として HFCs が使用され始めてからの年次が浅く、建物の耐用年数（30～40 年）から考えても、現時点において廃棄されることは考えにくいことから、「NO」としていた。

PFCs と $SF_6$ については、消火剤の充填ガスとしての使用実態がないため、「NO」としていた。

### （2）2009 年提出インベントリにおける算定方法

#### 1）排出・吸収量算定式

製造時排出量は「NO」、使用時排出量は 1995 年のみ「NO」とし、1996 年以降について

は「NE」としてきたことについて、2007 年及び 2008 年集中審査においても指摘[2]を受けていたが、消防庁より HFCs の推計ストック量のデータが提供されたことから、HFCs 消火剤のストック量に使用時排出係数を乗じて使用時排出量を算定することとした。

HFCs 排出量［t］＝HFCs 消火剤のストック量［t］×使用時排出係数［t / t］

#### 2）排出係数

HFCs 消火剤使用時の排出係数については、知見が得られていないため、同様の消火剤であるハロンの補充量実績から求めた排出率（0.00088）を全年共通で使用した（現行の排出係数と同様。）。

#### 3）活動量

HFCs 消火剤のストック量は、消防庁提供データを使用した（現行の活動量と同様。）。

### （3）2014 年提出インベントリにおける算定方法

#### 1）排出・吸収量算定式

2009 年提出インベントリと同様。ただし、1990～1994 年の排出量も算定を行い、報告することとした。なお、1990～1994 年については、HFCs を充填した消火剤はほとんど出回っておらず、使用実績がないと考えられることから、「NO」としていた。

#### 2）排出係数

2009 年提出インベントリと同様（現行の排出係数と同様。）。

#### 3）活動量

2009 年提出インベントリと同様（現行の活動量と同様。）。

### （4）2015 年提出インベントリにおける算定方法

日本消火装置工業会によれば、HFC-236fa、$CF_4$（PFC-14）、$C_4F_{10}$（PFC-31-10）は消火剤として流通していないとのことであったため、2013 年以降のインベントリでは、これらのガスの排出は「NO : 活動が存在しない」と報告することとした（現行の算定方法と同様。）。

### （5）2024 年提出インベントリにおける算定方法

#### 1）排出・吸収量算定式

廃棄時の排出については、算定年における HFC 消火剤の設置量と前年の HFC 消火剤登録量の和から算定年の HFC 消火剤の登録量を減じた量が、再生量、再生時の排出量及び事故等の再生時以外による排出量の和に等しいことから、この値から再生量を減じることで排出量を算定している（再生時の排出量と事故等の再生時以外による排出量の和と等しい）。

ただし、HFC 消火剤の設置量（2006 年以降）及び登録量（2008 年以降）は把握されてい

---

[2] UNFCCC, “Report of the individual review of the annual submission of Japan submitted in 2007 and 2008” (FCCC/ARR/2008/JPN), 15 April 2009, p.13, par.46

るものの、HFC 消火剤の再生量、再生時の排出量及び事故等の再生時以外による排出量は把握されていないため、ガス種別に以下の式で算定することとした。

n 年の HFCs 消火剤の廃棄時排出量［t］
＝（n 年の HFCs 消火剤設置量［t］＋n-1 年の HFCs 消火剤登録量
　　－n 年の HFCs 消火剤登録量）×ハロン消火剤の実績データに基づく排出係数

なお、データの不足する 2008 年以前の廃棄時排出量は、各年の廃棄時排出量が使用時排出量に比例すると仮定し、各年の使用時排出量に 2009 年から 2022 年における廃棄時排出量と 2009 年から 2022 年における使用時排出量の合計値の比率（3.8%）を乗じて算定することとした。

### 2）排出係数

HFCs 消火剤廃棄時の排出係数については、HFCs 消火剤の再生量、再生時の排出量及び事故等の再生時以外の排出量データが得られないため、データの得られたハロン消火剤における実績データ（消防環境ネットワーク提供）を用いて、以下の式にて求めた値（2%）を設定することとした。

廃棄時排出係数
＝（ハロン消火剤の再生時排出量（2012～2022 年の合計）［t］
　　＋ハロン消火剤の事故等の再生時以外排出量（2012～2022 年の合計）［t］）
　　÷（ハロン消火剤の再生量（2012～2022 年の合計）［t］
　　＋ハロン消火剤の再生時排出量（2012～2022 年の合計）［t］
　　＋ハロン消火剤の事故等の再生時以外排出量（2012～2022 年の合計）［t］）

なお、データの不足する 2008 年以前の廃棄時排出係数については、2009 年から 2022 年における廃棄時排出量と 2009 年から 2022 年における使用時排出量の合計値の比率（3.8%）を設定することとした。

### 3）活動量

廃棄時排出量の算定には、消防環境ネットワーク提供の HFCs 消火剤の設置量（2006 年以降）及び登録量（2008 年以降）を用いることとした。