2.B.9.- フッ化物製造（副生ガスの排出－HCFC-22 の製造）
（By-product Emissions: Production of HCFC-22）（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

HCFC-22 の製造の際に化学反応（フッ素化）が進み過ぎることにより HFC-23 が副生し、その一部が大気中に排出される。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

「2.B.9.- 副生ガスの排出－HCFC-22 の製造」からの HFC-23 排出量は、1995 年までは HCFC-22 の製造量の増加により増加傾向であったが、1996 年以降は、業界団体の自主行動計画において削減目標を掲げ、製造プラントのクローズド化等漏洩の削減及び回収・再利用を進めた[1]ことから、HCFC-22 製造に対する HFC-23 の排出割合が大幅に低下し、排出量は減少傾向である。2004 年に全ての製造設備に回収・破壊装置が設置され、その後も継続的に運転管理及び保守技術の向上が行われており、排出の抑制が進んでいる。

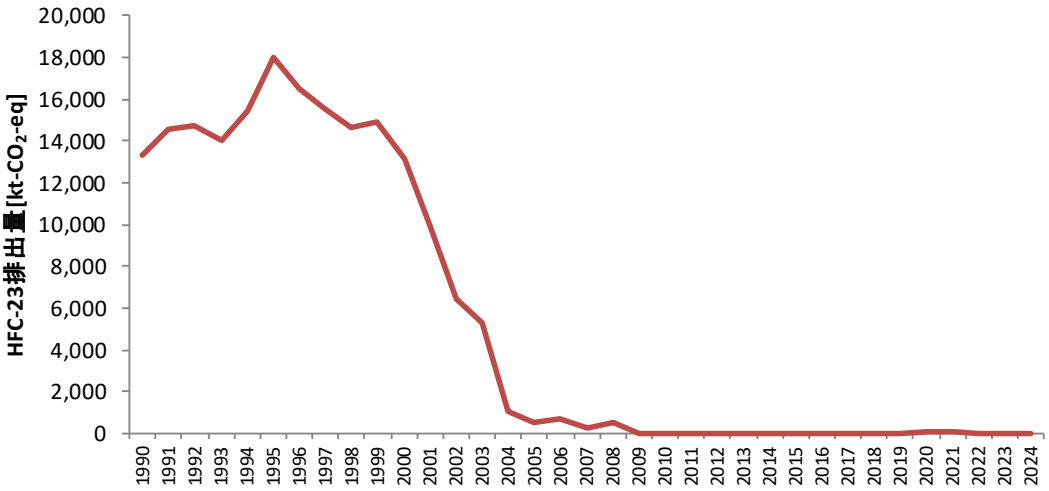


図 1　「2.B.9.- 副生ガスの排出－HCFC-22 の製造」からの HFC-23 排出量の推移

２．排出・吸収量算定方法

２.１ 排出・吸収量算定式

（１）1990～1994 年

HCFC-22 生産量に、HCFC-22 生産に対する HFC-23 の排出割合を乗じて算定している。

HFC-23 排出量［t］ ＝ HCFC-22 生産量［t］ × HCFC-22 生産に対する HFC-23 の排出割合［%］

[1] 経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ第 8 回資料 1-3

（2）1995 年以降

国内の HCFC-22 製造プラントにおける HFC-23 の副生量から、副生 HFC-23 の回収・破壊量（実測値）を減じたものを排出量として計上している。HFC-23 の副生量は、HCFC-22 の生産量に、HFC-23 副生率（リアクター内部の組成分析を実施し、分析結果から設定）を乗じて算出している。排出係数は我が国独自の値を使用している。

プラントの稼働中は回収・除害装置は常に稼働しており、もし、装置にトラブルが発生した場合には、プラントの稼働を止める運転管理を行っていることから、回収・除害を実施できなかった部分についても回収・破壊量の値に反映されている。

HFC-23 排出量［t］ ＝ HCFC-22 生産量［t］ × HFC-23 副生率［%］ － 回収・破壊量［t］

2.2 排出係数

（1）1990～1994 年

1990～1994 年の排出係数については、設定に必要なデータが不足しているため、1995 年の HFC-23 排出量（1,450 t）と HCFC-22 生産量（81,000 t）から算出した HCFC-22 生産に対する排出割合（1,450/81,000 ＝ 1.79%）を使用している。

（2）1995 年以降

HFC-23 副生率は、年ごとに「経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ資料」に示された値を使用している。

表 1　排出係数（HFC-23 副生率及び HCFC-22 生産に対する排出割合）の推移

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
HFC-23生成率	%						2.13%	2.04%	2.09%	1.95%	1.75%
HCFC-22生産に対する排出割合	%						1.79%	1.68%	1.56%	1.38%	1.27%
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
HFC-23生成率	%	1.70%	1.39%	1.54%	1.65%	1.94%	1.90%	1.94%	1.82%	2.00%	2.34%
HCFC-22生産に対する排出割合	%	1.11%	0.91%	0.72%	0.56%	0.14%	0.06%	0.09%	0.03%	0.07%	0.01%
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
HFC-23生成率	%	2.01%	1.53%	1.60%	1.41%	1.46%	1.46%	1.38%	1.47%	1.80%	1.88%
HCFC-22生産に対する排出割合	%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		2020	2021	2022	2023	2024					
HFC-23生成率	%	2.06%	1.81%	2.04%	2.01%	1.61%					
HCFC-22生産に対する排出割合	%	0.02%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%					

（出典）経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ資料

2.3 活動量

（1）1990～1994 年

1990～1994 年の活動量については、設定に必要なデータが不足しているため、以下のようにして活動量を設定している。

HCFC-22 生産量は、フッ素樹脂原料用生産量と冷媒用生産量の合計とみなして算出している。

フッ素樹脂原料用の HCFC-22 生産量は、フッ素樹脂国内生産量に比例係数を乗じることで算出している。ここで、比例係数は、1995～2006 年の HCFC-22 生産量から HCFC-22 出荷量（冷媒等用）[2]を差し引いた値をフッ素樹脂原料用の HCFC-22 生産量と仮定し、このフッ素樹脂国内生産量に対する比の平均値（1995～2006 年）を使用している（2.469：表 2 の注参照）。

冷媒用の HCFC-22 生産量は、1995 年の HCFC-22 出荷量（冷媒等）を HCFC 出荷量で外挿して算出している。

表 2　フッ素樹脂原料用 HCFC-22 生産量・冷媒用途 HCFC-22 生産量

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
HCFC-22 生産量（A+B） *1995 年以降は実績値（C）	t	60,122	65,485	66,355	63,384	69,514	81,000	79,489	80,265	85,487
うちフッ素樹脂原料用 （A=G×平均 H）	t	39,668	39,093	40,754	39,300	41,056	－	－	－	－
うち冷媒用 （B=E×F（1995）/E （1995））	t	20,455	26,393	25,601	24,084	28,458	－	－	－	－
HCFC-22 生産量（C）	t	－	－	－	－	－	81,000	79,489	80,265	85,487
うちフッ素樹脂原料用 （D=C-F）	t	－	－	－	－	－	49,500	46,889	49,865	55,987
HCFC 出荷量（E）	t	31,000	40,000	38,800	36,500	43,130	47,740	55,950	55,540	52,350
うち冷媒等用（F）	t	－	－	－	－	－	31,500	32,600	30,400	29,500
フッ素樹脂国内生産量（G）	t	16,065	15,832	16,505	15,916	16,627	19,487	20,360	21,826	21,958
H=D/G		－	－	－	－	－	2.540	2.303	2.285	2.550

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
HCFC-22 生産量（A+B） *1995 年以降は実績値（C）	t	94,525	95,271	88,157	72,787	77,310	61,900	65,715	65,905
うちフッ素樹脂原料用 （A=G×平均 H）	t	－	－	－	－	－	－	－	－
うち冷媒用 （B=E×F（1995）/E （1995））	t	－	－	－	－	－	－	－	－
HCFC-22 生産量（C）	t	94,525	95,271	88,157	72,787	77,310	61,900	65,715	65,905
うちフッ素樹脂原料用 （D=C-F）	t	65,725	69,271	65,157	56,287	62,310	47,900	53,715	56,705
HCFC 出荷量（E）	t	52,610	48,431	42,147	34,105	32,924	20,482	17,160	13,309
うち冷媒等用（F）	t	28,800	26,000	23,000	16,500	15,000	14,000	12,000	9,200
フッ素樹脂国内生産量（G）	t	22,093	26,408	24,175	21,399	22,894	21,945	25,779	27,779
H=D/G		2.975	2.623	2.695	2.630	2.722	2.183	2.084	2.041

注：平均 H = 2.469

（出典）C：経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ
第 7 回資料 1-2
E：経済産業省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 13 回資料 5
F：平成 13 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書（環境省、2002 年）、
フルオロカーボン国内出荷量（日本フルオロカーボン協会）
G：化学工業統計年報（経済産業省）
日本弗素樹脂工業会（http://www.jfia.gr.jp/jfiadata/jyukyu.htm）

[2] 2007 年以降は統計なし。

（2）1995 年以降

HCFC-22 生産量は、「経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ資料」に示された値を使用している。

表 3　活動量（HCFC-22 生産量）の推移

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
HCFC-22 生産量	t	60,122	65,485	66,355	63,384	69,514	81,000	79,489	80,265	85,487	94,525
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
HCFC-22 生産量	t	95,271	88,157	72,787	77,310	61,900	65,715	65,905	61,197	60,401	26,682
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
HCFC-22 生産量	t	46,149	45,314	54,388	47,546	51,753	49,116	48,833	52,646	56,933	57,872
		2020	2021	2022	2023	2024					
HCFC-22 生産量	t	44,733	53,326	55,255	50,900	49,783					

（出典）1990～1994 年：表 2 で推計した値
1995 年以降：経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ資料

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 4　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

	2014 年提出	2017 年提出
排出・吸収量算定式	1990～1994 年の排出量を算定、報告。	「他のフッ素化合物の生産による排出」の注釈記号の見直し（NO→NA）。
排出係数	－	－
活動量	－	－

（1）初期割当量報告書における算定方法

1）排出・吸収量算定式

HCFC-22 生産量に HFC-23 副生率を乗じて求めた HFC-23 副生量から回収・破壊量を減じることで、1995 年以降の HFC-23 排出量を算定していた（なお、1990～1994 年の排出量は「NE：未推計」として報告していた。）。

HFC-23 排出量［t］＝ HCFC-22 生産量［t］ × HFC-23 副生率［%］ － 回収・破壊量［t］

2）排出係数

HFC-23 副生率は、年ごとに「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会（現：経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ）資料」で把握された値を使用していた（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

1995 年以降の HCFC-22 生産量は、「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止小委員会資料」で把握された値を使用していた（現行の活動量と同様。）。

（2）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

1990～1994 年の排出量も算定を行い、報告することとした（現行の算定方法と同様。）。1990～1994 年については、HCFC-22 生産量に HCFC-22 生産に対する HFC-23 排出割合を乗じることで HFC-23 排出量を算定していた。

1995 年以降については、初期割当量報告書における算定式と同様。

HFC-23 排出量［t］＝ HCFC-22 生産量［t］ × HCFC-22 生産に対する排出割合［%］

2）排出係数

1990～1994 年については、設定に必要なデータが不足しているため、1995 年の HFC-23 排出量と HCFC-22 生産量から算出した HCFC-22 生産に対する排出割合（1.79%）を使用していた（現行の排出係数と同様。）。

1995 年以降については、初期割当量報告書における排出係数と同様（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

1990～1994 年については、以下のようにして活動量を設定していた（現行の活動量と同様。）。

HCFC-22 生産量は、フッ素樹脂原料用と冷媒用の和とみなして算出していた。

フッ素樹脂原料用の HCFC-22 生産量は、フッ素樹脂国内生産量に比例係数を乗じることで算出していた。ここで、比例係数は、1995～2006 年の HCFC-22 生産量から HCFC-22 出荷量（冷媒等用）を差し引いた値をフッ素樹脂原料用の HCFC-22 生産量と仮定し、これのフッ素樹脂国内生産量に対する比の平均値（1995～2006 年）としていた。

冷媒用の HCFC-22 生産量は、1995 年の HCFC-22 出荷量（冷媒等）を HCFC 出荷量で外挿して算出していた。

1995 年以降については、初期割当量報告書における活動量と同様（現行の活動量と同様。）。

（3）2017 年提出インベントリにおける算定方法

1）報告方法（注釈記号）の変更

「2.B.9.a 副生ガスの排出」のうち「他のフッ素化合物の生産による排出」については、全ての報告対象ガスについて副生ガスの排出が確認されていないことから、「NO：ガスの排出に結びつく活動が存在しない」としていたが、「2.B.9.b 製造時の漏出」にて HFC-23 製造以外のフッ素化合物の製造に伴う漏出を計上しており、「他のフッ素化合物の生産」という活動があるため、「NO」としている箇所に矛盾が生じていた。

同排出源の報告方法について検討した結果、他のフッ素化合物の生産はカテゴリー全体が共通の活動と考えられ、かつ、2006 年 IPCC ガイドラインには「最近の国別報告書では、SF_6、CF_4、C_2F_6、C_3F_8、C_4F_{10}、C_5F_{12}、C_6F_{14} がフッ素化学プラントから大きく排出される副生物として報告されている。」との記載があり、副生ガスの発生を否定できないカテゴリーであるが、2006 年 IPCC ガイドラインには HFC-23 以外の副生ガスとしての排出に関する算定方法の記載がなく、かつ、現時点までに国内で HCFC-22 製造以外のフッ素化合物の製造において副生ガスが排出されているとの報告がないことから、「NO」としていた全てのガス種については、「NA：活動自体は存在

するが、特定の温室効果ガスの排出が起こらない」として報告することとした。