

## オゾン層破壊物質の排出量

## 1. 届出外排出量として考えられる排出

事業者による届出対象とならない主な排出には、発泡剤や冷媒等として製品中に含まれて販売等された製品の使用時及び廃棄時の排出、また、洗浄剤や噴射剤としての使用時における排出などが考えられる。

## 2. 推計を行う対象化学物質

「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律(オゾン層保護法)」における特定物質(以下「オゾン層破壊物質」という。)のうち PRTR 対象化学物質には 21 物質が該当する。

表 1 PRTR 対象化学物質であるオゾン層破壊物質

物質番号	対象化学物質名	別名
288	トリフルオロメタン	CFC-11
161	ジクロロジフルオロメタン	CFC-12
107	クロロトリフルオロメタン	CFC-13
263	テトラクロロジフルオロエタン	CFC-112
284	トリクロロトリフルオロエタン	CFC-113
163	ジクロロテトラフルオロエタン	CFC-114
126	クロロペンタフルオロエタン	CFC-115
380	ブromokロロジフルオロメタン	ハロン-1211
382	ブromotリフルオロメタン	ハロン-1301
211	ジブromotetraフルオロエタン	ハロン-2402
177	ジクロロフルオロメタン	HCFC-21
104	クロロジフルオロメタン	HCFC-22
164	2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタン	HCFC-123
105	2-クロロ-1,1,1,2-テトラフルオロエタン	HCFC-124
106	クロロトリフルオロエタン	HCFC-133
176	1,1-ジクロロ-1-フルオロエタン	HCFC-141b
103	1-クロロ-1,1-ジフルオロエタン	HCFC-142b
185	ジクロロペンタフルオロプロパン	HCFC-225
386	ブromometan	臭化メチル
149	四塩化炭素	(なし)
279	1,1,1-トリクロロエタン	(なし)

## 3. 推計方法

各対象化学物質について、用途やライフサイクルの段階ごとに主に事業者から届出されるものと届出外排出量として推計対象となる範囲を検討した(表 2)。主に届出排出量の推計対象となるもの(表中の●)については、排出量推計のために用途ごとに情報収集を行った。

なお、飲料用自動販売機用冷媒、及び喘息治療用定量噴霧吸入器用噴射剤については、平成 25 年度排出量推計以降は対象化学物質が使用されなくなったため、推計対象外とした。

表2 届出外排出量推計の対象となる範囲

物質番号	対象化学物質	288	161	107	263	284	163	126	380	382	211	177	104	164	105	106	176	103	386	149	279	
		CFC-11	CFC-12	CFC-13	CFC-112	CFC-113	CFC-114	CFC-115	ハロゲン-1211	ハロゲン-1301	ハロゲン-2402	HCFC-21	HCFC-22	HCFC-123	HCFC-124	HCFC-133	HCFC-141b	HCFC-142b	HCFC-225	四塩化炭素	1,1-トリクロロエタン	
対象化学物質の製造						○	○					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
工業原料用途						○	○					○	○	○	○	○	○	○			○	
発泡剤用途	硬質ウレタンフォーム	製品製造時															○					
		現場発泡時																				
		断熱材使用時	●										●					●				
		断熱材廃棄時・廃棄後	●										●					●				
	フェノールフォーム	製品製造時															○					
	押出發泡ポリスチレン	製品製造時																	○			
断熱材使用時		●																●				
断熱材廃棄時・廃棄後		●																●				
高発泡ポリエチレン	製品製造時																○					
冷媒用途	業務用冷凍空調機器	工場充填時	○					○					○	○								
		現場設置時	●	●			●		●				●	●								
		機器稼働時	●	●			●		●				●	●								
		機器廃棄時	●	●			●		●				●	●								
	家庭用冷蔵庫	工場充填時	○																			
		機器稼働時	●																			
		機器廃棄時	●																			
	カーエアコン	工場充填時	○																			
		機器稼働時	●																			
		機器廃棄時	●																			
	家庭用エアコン	工場充填時												○								
		機器稼働時												●								
機器廃棄時													●									
エアゾール製品	噴射剤充填時												○				○	○	○			
	使用時											●					●	●	●			
ドライクリーニング溶剤用途	製品製造時																		○		○	
	使用時																		●		●	
消火剤用途	充填・使用時							●	●	●												
工業洗浄剤用途	製品製造時																○		○			
	使用時																●		●			
くん蒸剤用途	製造・使用時																				○	

注 1:「業務用冷凍空調機器」の現場設置時の冷媒用途は、機器が使用される現場において冷媒が初期充填された際の排出量を対象とした。

注 2:「○」は事業者からの排出量の届出があると思われる項目であり、「●」は届出外排出量推計のためにデータ収集等を行った項目の意味(結果として使用されていないことが把握できたものも含む)。

## 1) 硬質ウレタンフォーム用発泡剤

硬質ウレタンフォーム用発泡剤に使用される対象化学物質(CFC-11、HCFC-22、HCFC-141b)について、建築用断熱材と冷凍冷蔵機器用断熱材の 2 つの用途について推計した。建築用断熱材については、市中での使用時、建物解体に伴う断熱材の廃棄時・廃棄後の 2 つのライフサイクルの段階を、冷凍冷蔵機器用断熱材については、冷凍冷蔵機器廃棄時を排出量の推計対象とした。

なお、建築用断熱材の現場発泡時では、オゾン層破壊物質は近年ほとんど使用されなくなっていることから、排出量はゼロとみなした。また、冷凍冷蔵機器用断熱材の機器稼動時の環境中への排出についても、冷凍冷蔵機器用断熱材は密閉性が高く、使用時には発泡剤として使用されている対象化学物質の排出は無いものと仮定し排出量はゼロとみなした。

### ① 建築用断熱材の市中での使用時の環境中への排出

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories の考え方に準じた次の推計式に基づいて推計を行った。

建築用断熱材の市中での使用時の環境中への排出量(t/年) = 建築用断熱材としての硬質ウレタンフォームの製造時に発泡剤として使用された 対象化学物質の量(t/年) × 環境中への排出割合(%/年)
--

### ② 建築用断熱材の廃棄時・廃棄後の環境中への排出

ラミネートボードの破碎時と埋立処分後の排出を対象とし、平均使用年数を 25 年と仮定してそれぞれ次の推計式に基づき推計した。

破碎時の排出量(t/年) = 排出量推計対象年度の 26 年前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年) × ラミネートボードの割合(%) × 廃棄時の対象化学物質の残留率(%) × 破碎時の排出割合(%)
埋立処分後の排出量(t/年) = 排出量推計対象年度の 26 年前以前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年) × ラミネートボードの割合(%) × 埋立処分の割合(%) × 環境中への排出割合(%/年)

### ③冷凍冷蔵機器用断熱材機器廃棄時の環境中への排出

使用済みとなった冷凍冷蔵機器が廃棄処理される段階での冷凍冷蔵機器用断熱材用硬質ウレタンフォームからの対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{冷凍冷蔵機器用断熱材機器廃棄時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{推計対象年度に使用済みとなった冷凍冷蔵機器用断熱材に残存している} \\ & \quad \text{対象化学物質の量(t/年)} \end{aligned}$$

## 2) 押出発泡ポリスチレン用発泡剤

押出発泡ポリスチレン用発泡剤に使用される対象化学物質(CFC-12、HCFC-142b)について、建築用断熱材の市中での使用時、建物解体に伴う断熱材の廃棄時・廃棄後の 2 つのライフサイクルの段階別に排出量の推計を行った。

### ①市中での使用時の環境中への排出

市中で使用されている押出発泡ポリスチレンからの対象化学物質の環境中への排出を対象とし、2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories の考え方に基づき、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{市中での使用時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{建築用断熱材としての押出発泡ポリスチレンの製造時に発泡剤として使用された} \\ & \quad \text{対象化学物質の量(t/年)} \times \text{環境中への排出割合(%/年)} \end{aligned}$$

### ②廃棄時・廃棄後の環境中への排出

焼却処理時、RPF 製造時、埋立処分後の排出を対象とし、製品の使用年数を 50 年と仮定して次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{焼却処理時の排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の 51 年前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{廃棄時のフロン系化学物質の残存率(\%)} \times \text{焼却処理の割合(\%)} \\ & \quad \times \text{分解せず排出する割合(\%)} \\ & \text{RPF 製造時の環境中への物質別排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の 51 年前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{廃棄時のフロン系化学物質の残存率(\%)} \times \text{RPF 化の割合(\%)} \\ & \text{埋立処分後の排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の 51 年前以前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{埋立処分の割合(\%)} \times \text{環境中への排出割合(%/年)} \end{aligned}$$

### 3) 業務用冷凍空調機器用冷媒

業務用冷凍空調機器用冷媒として使用される対象化学物質(CFC-11、CFC-12、CFC-115、HCFC-22、HCFC-123)について、大型冷凍機、中型冷凍機、小型冷凍機、業務用空調機の 4 つの製品群ごとに、機器が使用される現場において冷媒が初期充填される現場設置時、市中での稼働時、使用済み機器の廃棄時の 3 つのライフサイクルの段階別に排出量の推計を行った。

なお、平成 21 年 3 月の産業構造審議会化学・バイオ部会第 21 回地球温暖化防止対策小委員会において、業務用冷凍空調機器に関する統計情報の見直しが報告され、平成 20 年度分排出量の推計からは、この見直し後の数値を使用している。

また、平成 19 年 10 月 1 日に「特定製品に係るフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律の一部を改正する法律」が施行され、新たに機器整備時におけるフロン類回収義務・報告義務が明確化されたことをうけ、整備時回収量の実績値が公表された。平成 20 年度分の排出量推計からは、機器稼働時の推計式においてこの整備時回収量を差し引く方法とした。

#### ①現場設置時の環境中への排出

機器が使用される現場において冷媒が初期充填される現場設置時の環境中への冷媒の排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

現場設置時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度に生産・出荷された製品群毎の機器の台数(台/年)} \\ &\times \text{平均冷媒充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%)} \end{aligned}$$

#### ②市中での稼働時の環境中への排出

機器稼働時の修理の際の対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

市中での稼働時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度の初めにおいて市中で稼働している製品群毎の機器の台数(台)} \\ &\times \text{平均冷媒充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)} \\ &- \text{推計対象年度に法律*に基づき回収・報告された整備時の第一種特定製品からの回収量(t/年)} \\ &\quad \text{*フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律(フロン排出抑制法)} \end{aligned}$$

#### ③廃棄時の環境中への排出

使用済みとなった業務用冷凍空調機器から回収されなかった冷媒の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度に使用済みとなった製品群毎の機器の台数(台/年)} \\ &\times \text{平均冷媒充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%)} \end{aligned}$$

#### 4) 家庭用冷蔵庫用冷媒

家庭用冷蔵庫用冷媒として使用される対象化学物質(CFC-12)について、機器の市中での稼働時、廃棄時の2つのライフサイクルの段階別に届出された排出量以外の排出量の推計を行った。

##### ①市中での稼働時の環境中への排出

機器稼働時の定期整備と故障が発生した際の環境への冷媒の排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

市中での稼働時の環境中への排出量(t/年)

$$= \text{推計対象年度の初めにおいて市中で稼働している対象化学物質を使用した} \\ \text{家庭用冷蔵庫の台数(台)} \times \text{平均充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)}$$

##### ②廃棄時の環境中への排出

廃棄される家庭用冷蔵庫から回収されなかった対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

$$= \text{推計対象年に使用済みとなった家庭用冷蔵庫に残存している対象化学物質の量(t/年)} \\ - \text{推計対象年度に法律*に基づき家電リサイクルプラントで家庭用冷蔵庫から回収} \\ \text{された対象化学物質の量(t/年)}$$

※特定家庭用機器再商品化法(家電リサイクル法)

#### 5) カーエアコン用冷媒

カーエアコン用冷媒として使用される対象化学物質(CFC-12)について、冷媒の低漏化対策の有無を考慮し、カーエアコンの市中での稼働時、廃棄時の2つのライフサイクルの段階別に排出量の推計を行った。

##### ①市中での稼働時の環境中への排出

車両に設置されたカーエアコンの使用時、事故時及び修理時の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

カーエアコンの機器稼働時の環境中への排出量(t/年)

$$= \text{低漏化対策済車両の稼働時(使用時、事故時及び修理時)の対象化学物質の排出量(t/年)} \\ + \text{未低漏化対策車両の稼働時(使用時、事故時及び修理時)の対象化学物質の排出量(t/年)}$$

## ②廃棄時の環境中への排出

使用済みとなった車両のカーエアコンに残存している対象化学物質のうち、回収されなかった対象化学物質を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

＝推計対象年度に使用済みとなった低漏化対策済車両に残存している対象化学物質の量(t/年)  
＋推計対象年度に使用済みとなった未低漏化対策車両に残存している対象化学物質の量(t/年)  
－自動車リサイクル法による推計対象年度のカーエアコンからの対象化学物質の回収量(t/年)

## 6)家庭用エアコン用冷媒

家庭用エアコン用冷媒として使用される対象化学物質(HCFC-22)について、家庭用エアコンの市中での稼働時、廃棄時の2つのライフサイクルの段階について排出量の推計を行った。

なお、平成21年3月の産業構造審議会化学・バイオ部会第21回地球温暖化防止対策小委員会において、家庭用エアコンに関する統計情報の見直しが報告され、平成20年度分排出量の推計からは、この見直し後の数値を使用している。

### ①市中での稼働時の環境中への排出

家庭用エアコンの稼働時に事故や故障が発生した際の対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

市中での稼働時の環境中への排出量(t/年)

＝推計対象年度の初めにおいて市中で稼働している対象化学物質を使用した  
家庭用エアコンの台数(台) × 平均充填量(t/台) × 環境中への排出割合(%/年)

### ②廃棄時の環境中への排出

廃棄される家庭用エアコンから回収されなかった対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

＝推計対象年度に廃棄された家庭用エアコンに残存している対象化学物質の量(t/年)  
－推計対象年度に法律\*に基づき家電リサイクルプラントで家庭用エアコンから回収された  
対象化学物質の量(t/年)

※特定家庭用機器再商品化法(家電リサイクル法)

## 7)エアゾール製品用噴射剤

エアゾール製品用噴射剤として、ダストブローアーなどに使用される対象化学物質(HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225)について、使用時の排出量の推計を行った。

IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories 3.85 ページの考え方に基づき、次の推計式に基づいて推計を行った。

なお、HCFC-141b、HCFC-142b については、結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

エアゾール製品からの環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度のエアゾール製品に使用された対象化学物質の量(t/年)} \times \text{排出係数(\%)} \\ &+ \text{+1年前のエアゾール製品に使用された対象化学物質の量(t/年)} \times (100\% - \text{排出係数}(\%)) \end{aligned}$$

## 8)ドライクリーニング溶剤

ドライクリーニング工程におけるドライクリーニング溶剤に使用される対象化学物質(HCFC-225、1,1,1-トリクロロエタン)について、次の式に基づき使用時の排出量の推計を行った。

なお、1,1,1-トリクロロエタンについては、結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

ドライクリーニング工程からの環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度の対象化学物質のドライクリーニング溶剤としての出荷量(t/年)} \\ &\quad \times \text{環境中への排出割合(\%)} \\ &\quad - \text{法律*に基づき届け出られた推計対象年度の洗濯業を営む事業所における} \\ &\quad \text{対象化学物質の大气への排出量の合計(t/年)} \end{aligned}$$

※特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律

## 9) 消火剤

消火設備の消火剤に使用される対象化学物質(ハロン-1211、ハロン-1301、ハロン-2402)について、使用時の排出量の推計を行った。

消火設備からの環境中への排出は、使用時の排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。使用量自体は把握されていないため、使用後の補充量と同じとみなした。

なお、ハロン-1211、ハロン-2402 については、結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

消火設備からの環境中への排出量(t/年) = 推計対象年度の対象化学物質の補充量(t/年)



#### 10) 工業洗浄剤

事業所における加工部品等の洗浄に使用される薬剤に含まれる対象化学物質(HCFC-141b、HCFC-225)について、使用時の排出量を次の推計式に基づいて推計した。

なお、HCFC-141b については結果として当該用途で使用されていないことが把握された。

工業洗浄装置からの環境中への排出量(t/年)
------------------------

= 推計対象年度の対象化学物質の工業洗浄剤としての全国出荷量(t/年)
-------------------------------------

#### 11) くん蒸剤

農業用、検疫用、その他の用途として臭化メチルが使用されている。現在、農薬として登録されているものについては別途推計が行われているが、その他の用途の使用状況についての知見が得られないことから、推計できていない。

#### 4. 推計結果

用途とライフサイクルの段階ごとの排出量の推計結果の概要を示す(表 3)。また、省令区分別の排出量推計結果を表 4 に示す。

平成 28 年度の排出量は、全物質の合計で約 10 千 t/年であり平成 27 年度排出量(約 11 千 t/年)に比べて若干減少した。なお、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災の影響が推計に考慮できていないものも少なくないが、業務用冷凍空調機器、家庭用冷蔵庫及び家庭用エアコンについては、被災地域の県における排出量について過年度と同様に補正した。

表3 オゾン層破壊物質の用途別排出量推計結果(平成28年度)

用途		ライフサイクル の段階	省令区分	排出量の推計結果(t/年)								合計	
				288	161	126	382	104	164	176	103		185
				CFC-11	CFC-12	CFC-115	ハロン-1301	HCFC-22	HCFC-123	HCFC-141b	HCFC-142b		HCFC-225
硬質ウレタンフォーム	建築用断熱材	使用時	対象業種	123				6.9		141			271
			非対象業種	56				3.1		64			123
	冷凍冷蔵機器用断熱材	廃棄時・廃棄後	家庭	439				25		506			970
			対象業種	185				3.2					188
押出發泡ポリスチレン	建築用断熱材	使用時	対象業種		58						57		115
			非対象業種		26						26		52
		廃棄時・廃棄後	家庭		207						204		411
			対象業種		14								14
業務用冷凍空調機器	現場設置時		対象業種						0.1				0.1
			非対象業種						0.2				0.2
	稼働時		対象業種					122	29				150
			非対象業種					2,144	63				2,207
	廃棄時		対象業種	2.6	2.1	1.6		534	15				555
			非対象業種	5.8	6.9	2.1		2,103	33				2,151
家庭用冷蔵庫		稼働時										0.9	
		廃棄時										52	
カーエアコン		稼働時										127	
		廃棄時	対象業種									8.6	
			非対象業種									7.3	
家庭用エアコン		稼働時						255				255	
		廃棄時						1,476				1,476	
エアゾール製品		使用時						5.2			14	19	
ドライクリーニング溶剤		使用時									14	14	
消火剤		使用時	対象業種				3.9						3.9
			非対象業種				1.8						1.8
工業洗剤		使用時									770	770	
合計				811	510	3.7	5.7	6,677	141	718	287	797	9,950

注:本表では、いずれの用途においても排出量の推計結果が0kg/年であった物質は省略している。

表4 オゾン層破壊物質の排出量推計結果(平成28年度;全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質 番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
103	HCFC-142b	56,919	25,823	203,968		286,710
104	HCFC-22	2,147,031	4,249,931	280,018		6,676,980
126	CFC-115	1,566	2,142			3,709
161	CFC-12	134,580	40,440	208,145	126,888	510,053
164	HCFC-123	43,883	96,779			140,662
176	HCFC-141b	147,688	64,076	506,111		717,875
185	HCFC-225	797,407				797,407
288	CFC-11	310,394	61,410	439,335		811,140
382	ハロン-1301	3,920	1,816			5,736
	合 計	3,643,388	4,542,418	1,637,577	126,888	9,950,271

注:本表では、いずれの用途においても排出量の推計結果が0kg/年であった物質は省略している。