

第1章 報告書策定の背景と目的

1. 1 目的

■目的

環境省では、平成12年度より「建材用断熱材フロン対策検討調査委員会」（委員長 坂本 雄三 東京大学大学院工学研究科 建築学専攻 教授）を設置し、関係諸機関などとの連携により、フロンを含有するまたは発泡剤としてフロンを用いている断熱材中のフロン残存量の経年変化、実際の建築物の解体時の実態把握や断熱材フロン対策の方法および環境負荷低減効果などの調査研究を進めてきました。

調査研究の結果から、建材用フロン断熱材を廃棄する際に含有する残存フロンを適正に処理することはオゾン層保護や地球温暖化の防止の観点から効果があることが明らかになりました。また、効率的に適正なフロン処理を行う上で、その処理過程において留意が必要な事項が明らかになりました。

本報告書は、上記の調査結果を踏まえて、建設工事等の発注者、元請業者、下請業者（解体工事業者、内装工事業者等）、処理業者（収集運搬業者、中間処理業者、最終処分業者等）などが自主的な取り組みとして、建築解体工事や修繕、模様替え（リフォーム等）工事、新築工事（端材）などの際に排出される廃棄対象の建材用フロン断熱材に含まれるフロンの回収・破壊処理を適正に実施するための技術的手法や留意事項などを具体的に示しています。

また、本報告書では、建材用フロン断熱材中のフロンの環境中への放出防止を考慮し、回収・収集運搬、破壊施設等に関する事項に加え、管理等についてもできるだけ具体的な事項を盛り込んでいます。

■本報告書が対象とする建材用断熱材フロン

本報告書が対象とする建材用フロン断熱材は以下のとおりです。

- ①解体工事に伴い発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材
- ②修繕・模様替工事に伴い発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材
- ③新築工事に伴い発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材（端材）

■本報告書の対象

本報告書は、下記の関係者を対象とします。

- ①建設工事等の発注者
- ②元請業者
- ③下請業者（解体工事業者、内装工事業者等）
- ④処理業者（収集運搬業者、中間処理業者、最終処分業者等）

1. 2 関係者の役割

- 断熱材に含有される建材用断熱材フロンの処理については、現行法的な義務付けはありませんが、フロンを含有する断熱材を処分する際には、オゾン層保護や地球温暖化防止の観点から、フロンの大気中への放出を抑制する処理の推進が求められています。
- 建材用フロンの断熱材の処理では、建設工事等の発注者、元請業者、下請業者（解体工事業業者、内装工事業業者等）、処理業者（収集運搬業者、中間処理業者、最終処分業者等）などの多くの関係者がそれぞれの立場に応じた役割を果たすことが求められます。

■多くの関係者の存在

建築物の解体工事や修繕・模様替工事や新築工事等に伴って発生する廃棄対象の建材用フロンの断熱材は建設廃棄物にあたりますので、廃棄物処理法や建設リサイクル法などの関係法令を順守し、適正に処理・処分を行うことが重要です。

また、建材用フロンの断熱材の処理では、建設工事等の発注者、元請業者、下請業者（解体工事業業者、内装工事業業者等）、処理業者（収集運搬業者、中間処理業者、最終処分業者等）などの多くの関係者が存在し、それらのすべての関係者がそれぞれの立場に応じた役割を果たすことが求められます。

■建設工事等の発注者

建設工事等の発注者は、工事の元請業者（排出事業者）に対して、建材用断熱材フロンの処理の促進をするように明確な指示を行い、また、建材用断熱材フロンの回収・破壊処理に係る適正な処理費用の負担を行います。

■元請業者

建設工事では、原則として元請業者が排出事業者となります。

元請業者は、排出事業者として、建材用断熱材フロンの適正処理の中心的な役割を担っていることを認識し、発注者、下請業者、委託業者などとの協力体制を確立し、断熱材フロンの回収・破壊処理の実施を円滑に行うことが求められます。

特に、発注者に対して、断熱材フロンの処理方法の事前説明や、実施後の完了報告を行うなど、回収・破壊に伴う適正な処理費用の負担の理解を得ることは重要です。

■下請業者（解体工事業業者、内装工事業業者等）

元請業者から解体工事や内装工事等を請け負う下請業者（解体工事業業者、内装工事業業者等）は、工事等で建材用フロンの断熱材を廃棄する際には、元請業者の指示に従い、建材用フロンの断熱材の現場分別を図るなど、解体に伴うフロンの放散の防止に努めます。

フロンの放散防止の観点から、ボード型製品はできるだけ破碎せず、そのままの状態での搬出し、吹付け等工法によるフロンの断熱材についても、引き剥がしの段階で、分離断熱

材片をできるだけ大きくなるように努めます。

なお、新築工事等において発生するフロン断熱材の端材についても、現場分別による同様な対応が求められます。

■処理業者（収集運搬業者、中間処理業者、最終処分業者等）

産業廃棄物である建材用フロン断熱材の処理では、元請業者は、その運搬または処分を他人に委託し、処理する委託処理が一般的です。処理を実施する処理業者は、廃棄物処理法による許可を取得した収集運搬業者や中間処理業者があたります。

【収集運搬業者】

建材用フロン断熱材の収集運搬の際には、フロン放散を防ぐために、できるだけ、破碎・圧縮を行わないことが求められます。ボード型製品は破碎せず、そのままの形状で、断熱材フロンの適正処理が可能な受け入れ施設に搬出します。

なお、積替保管を行う場合は、フロン断熱材を適正に一時保管した後、断熱材フロンの適正処理が可能な施設に速やかに搬出します。

【中間処理業者（産業廃棄物中間処理施設）】

建材用フロン断熱材は建設廃棄物ですので、フロンの破壊処理が可能な産業廃棄物焼却施設等に搬入される前に、一旦、建設廃棄物を取り扱う産業廃棄物の中間処理施設に搬入されるケースも想定されます。

当該中間処理施設においても、フロン放散を防ぐために、できるだけ、破碎・圧縮を行わず、フロン断熱材を分別し、断熱材フロンの適正処理が可能な受け入れ施設に搬出することが求められます。

【中間処理業者（断熱材フロン処理施設）】

建材用断熱材フロンの処理を効率的に実施するために、フロンの破壊処理に伴うフロン放散防止はもちろんのこと、廃棄物処理法の維持管理基準等を順守し、安全に施設の運転管理を行うことが重要です。

【最終処分業者（埋立処分場）】

最終処分業者は廃棄物処理法の維持管理基準等を順守し、フロンの破壊処理（焼却処理）に伴って発生する残渣（灰等）を受入れ、最終的に埋立処分を行います。

建材用断熱材フロン処理技術の概要

策定の背景と目的 (第1章)

【背景】

- 建材用フロン断熱材にはフロン類が残存しており、その廃棄にあたっては、オゾン層破壊防止や地球温暖化防止の観点からの適切な対応が求められています。

【目的】

- 建設工事等の発注者、元請業者、下請業者(解体工事業者、内装工事業者等)、委託処理業者(収集運搬業者、中間処理業者等)などが、建築解体工事や修繕、模様替え工事、新築工事などの際に排出される廃棄対象の建材用フロン断熱材に含まれるフロン処理の技術的手法や留意事項を提示しています。

【断熱材】

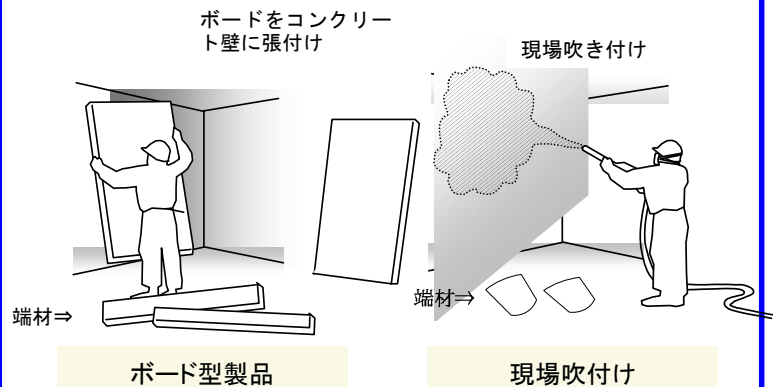
- 解体工事に伴い発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材
- 修繕・模様替え工事に伴い発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材
- 新築工事に伴い発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材(端材)

【対象者】

- 建設工事等の発注者
- 元請業者
- 下請業者(解体工事業者、内装工事業者)
- 処理業者(収集・運搬業者)/(積替保管施設)
- 中間処理業者(産業廃棄物中間処理施設)
- 中間処理業者(断熱材フロン処理施設)
- 最終処分業者(最終処分場)

建材用フロン断熱材の概要 (第2章)

- 主に寒冷地における防寒・防露など居住環境の快適性向上や省エネルギーを目的に、広く普及
- 硬質ウレタンフォーム(PUF)と押出法ポリスチレンフォーム(XPS)が主流であり、工法別には、ボードやパネル等の成形品タイプと、現場施工での現場発泡吹付けタイプに区分

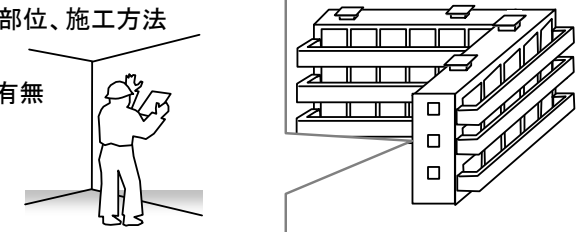


建材用断熱材フロン回収・破壊の流れ (第3章)

解体工事現場における事前調査(使用している断熱材の種類、残存フロンの確認等) (第4章)

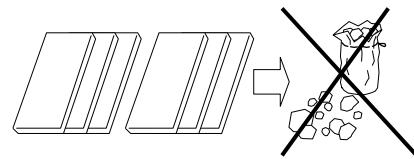
- 廃棄対象となる建材用フロン断熱材に含まれるフロンの回収・破壊を円滑に実施するためには、あらかじめ、解体工事等に伴って発生する廃棄対象の建材用フロン断熱材の種類や量、フロン残存量の有無を把握し、受入可能な施設を選択する必要があります。
- 事前調査結果を総合的に判断し、含有フロンの破壊処理対象の建材用フロン断熱材を特定し、適正な受入施設まで流れる仕組みを構築することが重要です。

- 断熱材の種類、部位、施工方法
- フロンの種類
- フロン残存量の有無



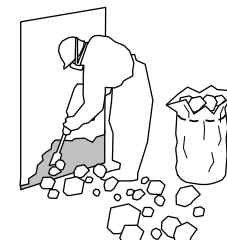
解体工事現場における留意事項 (第5章)

- フロン放散防止の観点から、断熱材の分離は可能な限り解体現場で行います。
- 断熱材中のフロンの放散をできるだけ少なくするため、分離断熱材片をできるだけ大きなものします。
- 吹付け工法には、ケレン棒や電動ピック等の工具を利用して引き剥がしを行う必要があります。



ボード型製品についてはできるだけ破砕せずにそのままの形状で外します。

重機使用	手作業				
	バックホウ	ケレン棒	パール	電動ピック	スコップ



保管・収集運搬における留意事項 (第6章)

- 分別された建材用フロン断熱材は、他の廃棄物と区分し、適正に現場内で保管します。保管エリアに標識を立てる等、他の廃棄物と識別できるような工夫をすることも有効です。
- 保管場所は火気厳禁の対応が必要です。
- 運搬の際には、フロンの放散を防ぐため、できるだけ、圧縮・破砕を行わないように努めます。
- ボード型製品は、破砕せず、そのままの形状で搬出します。



フロン処理における留意事項 (第7章)

- ①-1 高温燃焼が行われるフロン類破壊の許可を得た廃棄物混焼炉
- ①-2 産業廃棄物の焼却施設

② フロンを断熱材から分離回収する専用施設

【受入施設】

- 断熱材ごとフロンを破壊処理(焼却)する場合は、産業廃棄物(廃プラスチック類)の焼却処理の許可を有する廃棄物焼却施設で処理する必要があります。廃棄物焼却施設は、焼却温度800℃、滞留時間2秒以上の焼却条件が廃棄物処理法によって定められており、この焼却条件下ではほとんどのフロンを分解することが可能と考えられます。
- これらの廃棄物焼却施設の中には、850℃以上の高温の燃焼条件で運転管理を行っている施設があります。例えば、フロン破壊処理法でフロン類破壊(混焼炉による破壊処理)の許可を得ている廃棄物混焼炉などが該当します。このような施設においては、ほぼ完全にフロンを分解できると考えられます。

■フロン放散の防止

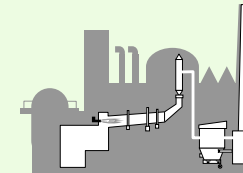
処理施設における保管や前処理においては、なるべく破砕や圧縮を行わないなど、フロンの放散が生じないように努めることが求められます。ただし、破砕等によって放散したフロンを回収するなど、フロンが大気に放散されない場合はこの限りではありません。

■各種の法令順守

受入施設(処分業者)では、一定基準以上の有害物質が破壊処理に伴って排出されない運転管理が求められます。

■発注者及び元請業者への報告

処分業者は、マニフェスト制度に基づいて、フロンを含む建材用断熱材の中間処理が完了した旨を排出事業者等に報告します。排出事業者は最終処分まで完了したことを確認します。



- 一定のフロン残存量が見込まれる場合、多少、輸送距離があっても焼却処理によるフロン破壊の方が埋立処分による方法より温室効果ガスの削減に寄与する。
- 関係者は、回収フロンの適正処理による環境負荷削減効果を環境報告書等に掲載し、環境への貢献をアピールすることもできます。(第8章)

1. 3 オゾン層を破壊する物質

□ フロンは、私たちの生活に欠かせない便利な物質として、様々な用途に使われてきましたが、フロンが大気中に放出されると有害な紫外線を吸収するオゾン層まで到達しオゾン層を破壊することや、地球温暖化に影響を与えることが明らかとなっています。

■フロンとは何か

フロンは正式名称をフルオロカーボン（フッ素と炭素の化合物）といい、様々な種類があります。不燃性、化学的に安定であり、常温・常圧で液体または気体です。

フロンは、エアコンや冷蔵庫等の冷媒用途をはじめ、断熱材等の発泡剤、半導体や精密部品の洗浄剤、エアゾール用噴射剤など様々な用途に活用され、特に1960年代以降、先進国を中心に大量に使用されてきました。

しかしながら、フロンが大気中に放出されると有害な紫外線を吸収するオゾン層まで到達しオゾン層を破壊することや、地球温暖化への影響も明らかにされ、より影響への小さなフロンや他の物質への代替が、可能な分野から進められています。

■フロンは強力な温室効果ガスです。

CFCやHCFCなどの生産規制をうけて、オゾン層を破壊しない代替フロンと呼ばれる物質（HFCなど）が使用されるようになりました。

しかし、一方で、フロンや代替フロンの多くは強力な温室効果ガスでもあります。フロンの地球温暖化への影響は、二酸化炭素（CO₂）の数百倍から一万倍と、非常に大きいことが明らかになっています。

ですから、地球温暖化防止のためにも、フロンの排出抑制・削減に積極的に取り組むことが重要になっています。最近では、フロンに代わり、オゾン層を破壊せず温暖化にも影響の少ない物質として、炭化水素や二酸化炭素などノンフロンと呼ばれる物質の使用が広がり始めています。また、エアコンや冷蔵庫等の冷媒として用いられたフロンについては、法律（フロン回収・破壊法）に基づいて回収・破壊が行われています。

オゾン層破壊物質	温室効果ガス	種類	用途
○	○	CFC (クロロフルオロカーボン)	冷媒（電気冷蔵庫・カーエアコン・業務用冷凍空調機など） 発泡剤、洗浄剤
○	○	HCFC (ハイドロクロロフルオロカーボン)	冷媒（電気冷蔵庫・カーエアコン・業務用冷凍空調機など） 発泡剤、洗浄剤
	○	HFC (ハイドロフルオロカーボン)	冷媒、発泡剤、エアゾール（噴射剤）

1. 4 フロン対策の動向

- オゾン層保護や地球温暖化防止のため、日本をはじめ世界中で様々な取り組みが行われています。
- フロン断熱材の場合、オゾン層保護や地球温暖化防止の観点からフロンを用いない製品への代替が急速に進められています。

■国際的な取り組み

オゾン層保護のための国際的な取り組みとして初めて合意されたのが、1985年の「オゾン層保護のためのウィーン条約」です。1987年には、この条約に基づき、オゾン層破壊物質の具体的な規制内容を定めた「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」が採択され、それに基づいてCFC等の生産が段階的に削減されています。

■日本での取り組み

日本では、ウィーン条約とモントリオール議定書の採択に併せて、1988年に「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）」を制定し、オゾン層破壊物質の生産や輸出入の規制、排出抑制の努力義務などを定めました。この法律に従って、オゾン層破壊物質の生産の全廃等を着実に進めています。

～フロン断熱材のノンフロン化への取り組み（関係業界）～

①供給サイドの取り組み

2004年（平成16年）初頭からの発泡用途HCFC-141bの生産等の廃止もあり、炭化水素や二酸化炭素への転換が本格的に開始されています。各企業における環境に配慮したノンフロン製品製造設備への投資が積極的になされ、それらの普及割合が急速に高まってきている状況が顕著になってきています。

成型品（パネル等）などの工場生産品については概ねノンフロン製品のラインナップは揃っており、需要側のニーズに応じた供給が可能となりつつあります。現場発泡品については、低温時の施工性の低下や、断熱性能の低下等の問題から、完全な代替は未だ困難であるものの、水発泡や二酸化炭素発泡を用いたノンフロン製品も着実に上市されており、用途により代替が可能な分野もあります。

②需要サイドの取り組み

一部ディベロッパー・不動産業者で、関東以西のマンションの断熱材（現場発泡ウレタン）を全てノンフロン指定する等の動きも出ており、需要側の意識も高まっています。建設業3団体では、「建設業の環境保全自主行動計画」において、会員企業の実施方策に代替フロン（HFC）の排出抑制及びノンフロン断熱材の使用促進と、建設資機材等のグリーン調達を掲げています。

～フロン断熱材のノンフロン化への取り組み（行政）～

①グリーン購入法

国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）に係る特定調達品目の2005年の見直しにおいて、公共工事時に使用する断熱材の判断の基準として、「オゾン層を破壊する物質が使用されていないこと」に加え、「ハイドロフルオロカーボン（いわゆる代替フロン）が使用されていないこと」を追加しています。

②規格化（JIS、ISO）

関連規格の、JIS A 9511（工場製品）、JIS A 9526（現場発泡品）にノンフロン製品の断熱性能を考慮した項目が追加されました。

③公共建築工事標準仕様書の改定

国土交通省の策定する公共建築工事標準仕様書の改定がなされ、硬質ウレタンフォームについては、フロンを使わないA種（JIS A 9511）、A種1（JIS A 9526）の利用が明記されました。同様に、公共建築改修工事標準仕様書も改定され、いずれも平成19年4月1日から適用されています。

④設備導入補助（地域地球温暖化防止支援事業）

ノンフロン断熱材の製造設備や、ノンフロン現場発泡ウレタン吹付装置等、代替フロン等3ガスの排出抑制に係る設備導入等の先進的な取り組みに対して、設備導入補助金による支援を実施しています。

⑤省エネ建築物の助成要件への追加

フロン含有断熱材の使用によるライフサイクル全体での温室効果ガス排出量の増加を防ぐため、建築物の省エネ・温暖化対策に係る助成制度においてノンフロン断熱材の使用を助成要件の一つとしています。

上述のように、ノンフロン製品等への代替等により、モントリオール議定書やオゾン層保護法による生産等の規制を進める一方で、過去に生産され、冷凍空調機器の冷媒、建築物の断熱材等として使用されているオゾン層破壊物質であるCFC及びHCFC、温室効果ガスであるHFCが市中に多量に存在しています。

このため、更なる取り組みとして、「フロン回収・破壊法（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）」、「家電リサイクル法（特定家庭用機器再商品化法）」、「自動車リサイクル法（使用済自動車の再資源化等に関する法律）」によって冷蔵庫やエアコンなどに入っているフロンを回収し、破壊しています。

代替フロン等3ガスについては、「京都議定書目標達成計画」*において排出目標を定め、上記の法律によるHFCの回収等の強化をはじめ、産業界の計画的な取り組み、代替物質等の開発や代替製品の利用を進めています。

* CFC、HCFCを回収するとオゾン層保護や地球温暖化防止には貢献できますが、京都議定書に基づく温室効果ガスの削減には結びつきません。同様に、HFCを回収すると地球温暖化防止に貢献できますが、最近の断熱材に使用されているHFC-245fa等については、京都議定書に基づく温室効果ガスの削減対象にはなっていないため、排出削減目標への貢献には結びつきません。

1. 5 建材用断熱材フロン処理の必要性

- 建材用断熱材フロンにはこれまで多くのフロンが扱われてきました。
- これまでの調査結果によれば、建物の解体時に排出されるフロン処理を促進した場合、オゾン層保護や地球温暖化防止に大きな効果があることが見込まれます。

■建材用断熱材フロン処理によるオゾン層保護及び地球温暖化防止効果の推計

建材用断熱材フロン対策によって得られる、オゾン層保護及び地球温暖化防止への効果の大きさを見てみると、2004年以降2030年までの間に、建物の解体時に排出されるフロンの全量を処理することによるオゾン層保護及び地球温暖化防止効果は下表のように推計されます。

表 建材用断熱材中のフロンの回収によるオゾン層破壊及び地球温暖化効果の削減可能性
(2004～2030年の累積)

	CFC		HCFC		HFC		合計
	硬質 ウレタンフォーム CFC11	押出法 ポリスチレンフォーム CFC12	硬質 ウレタンフォーム HCFC141b	押出法 ポリスチレンフォーム HCFC142b	硬質 ウレタンフォーム HFC245fa HFC365mfc	押出法 ポリスチレンフォーム HFC134a	
フロン回収量(千t)	26.5～	5.2～	3.8～	2.7～	1.4～	0.3～	39.9～
累積：2004～2030年	26.8	5.3	3.8	2.7	1.4	0.3	40.3
オゾン層破壊効果 (CFC換算：千t)	×1	×1	×0.11	×0.065	—	—	
係数							
地球温暖化効果 (CO ₂ 換算：百万t)	×4600	×10600	×700	×2400	×932*	×1300	
累積：2004～2030年	121.9～	55.1～	2.7～	6.5～	1.3～	0.4～	187.9～
	123.3	56.2	2.7	6.5	1.3	0.4	190.4

※) 地球温暖化係数の値は積分期間100年の値を採用した。

出典) 平成16年度 建材用フロン対策検討調査 (環境省) を改定。

* HFC245faとHFC365mfcとの比率を7:3として想定し、GWP値を932として設定

この推計結果によると、オゾン層破壊については、2004年以降2030年までの累積で約3.3万t(CFC換算)の削減可能性があります。

また、オゾン層破壊効果の削減が、推計対象期間(2004～2030年)中、毎年平均的に得られると仮定すると、年間約1,200t(CFC換算)の削減効果に値します。

■建材用フロン断熱材の回収・破壊処理による効果

3階建て非木造住宅（延べ床面積：1,000m²）の解体を行う際に、フロンを含む建材用断熱材（硬質ウレタンフォーム CFC11含有）を適正に処理すると、約74kgのフロンを大気に放出しないですみます。（注1）

これは、フロン回収・破壊法で定める第一種特定製品（業務用のエアコン、冷蔵庫、冷凍機器等）約35台分の回収に相当するフロン量です。（注2）

また、このフロン量を地球温暖化効果に換算（CO₂換算）すると、約340t相当のCO₂排出量となります（フロン断熱材を焼却処理することによって、焼却処理に伴って発生するCO₂を勘案してもなお約335t相当のCO₂排出量を削減することができると試算されます）。これは1世帯の一般世帯が約90年間に排出するCO₂量に相当します。（注3）

このように、フロンを含む建材用断熱材を回収・破壊処理することは、オゾン層保護の観点からも地球温暖化防止の観点からも非常に大きな効果が得られます。（※効果は個別の条件によって異なります。）

（注1）

断熱材の量=30m³、断熱材の比重=0.03t/m³、フロン初期含有率=12%、フロン残存率=70%、解体時フロン放散率=2%、フロン破壊率=100%と仮定
処理対象となるフロン量=30m³×0.03t/m³×12%×70%×(1-2%)×100%=74kg

（注2）

第一種フロン類回収業者の回収量等の報告の集計結果（平成17年度分）

CFCに関して、

回収した第一種特定製品（業務用のエアコン、冷蔵庫、冷凍機器等）の台数：
138,927台

回収したフロン量：291,541kg

よって、第一種特定製品1台あたりの回収量=291,541kg/138,927台=2.1kg/台

（注3）

2005年度（平成17年度）の温室効果ガス排出量速報値

家庭部門からのCO₂排出量（2005年度速報値）：175百万t-CO₂

一般世帯数（平成17年10月1日現在）：48,225千世帯

よって、世帯あたり年間CO₂排出量=175百万t-CO₂/48,225千世帯=3.6t-CO₂/世帯・年