

5 . H F C 等 3 ガス部門

(1) 排出量の現状と推移

1998年度のH F C 等 3 ガス部門における排出量は、我が国における温室効果ガス総排出量の約7.4%を占めており（ただし、潜在排出量[生産量 + 輸入量 - 輸出货量 - 破壊量]による割合）、H F C、P F C、S F₆の内訳は、それぞれ2.4%、1.3%、3.7%となる。

1999年度のH F C 等 3 ガスの実排出量は41.3百万 t (二酸化炭素換算)であり、基準年比（H F C 等 3 ガスの場合1995年）で18.5%減少している。

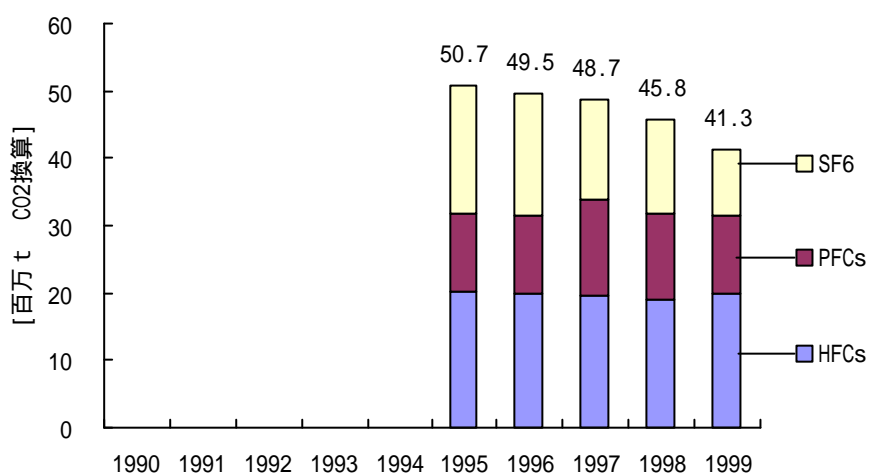


図 69 H F C 等 3 ガス実排出量の推移(単位：百万 t (炭素換算))

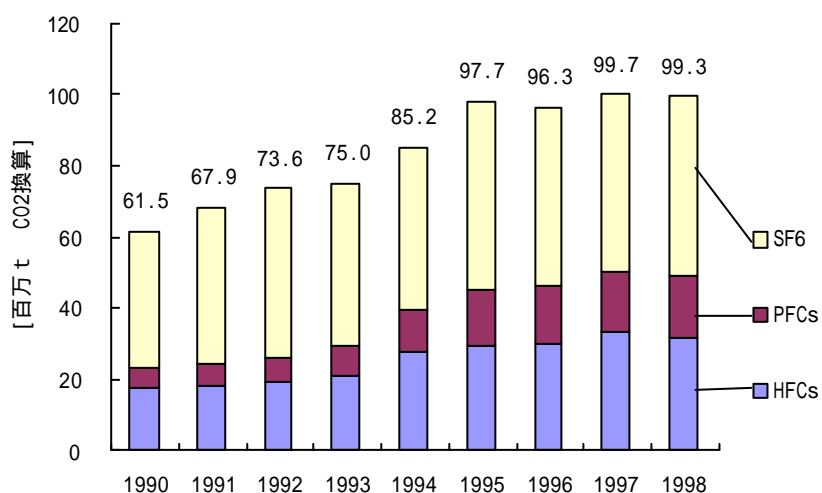


図 70 H F C 等 3 ガス潜在排出量の推移(単位：百万 t (炭素換算))

(2) HFC等3ガスの排出特性

HFC等3ガスは、冷媒、発泡、エアゾール及び電気絶縁剤として製品への充填や、電子部品等の溶剤・洗浄剤や半導体、液晶のドライエッチング・CVD⁷クリーニング(LSIの製造プロセス等ではウエハー上に膜形成と加工を繰り返すが、その際膜形成に使用された各種の化合物がチャンバー[反応容器]内に付着する。これをPFCなどを使って取り除く。)等さまざまな用途に使用されており、CO₂、CH₄、N₂Oの排出とは異なり、ガスの生産、使用、保有、製品廃棄の各段階において、排出される特性がある。

特に、製品へ充填される用途については、製品のライフサイクルに依存するため、ガスの充填から製品廃棄によるガスの放出まで数年～数十年にわたる時間のずれを生じることになる。

産業部門では、HFC、PFC、SF₆の製造時、HCFC-22の生産に伴うHFC-23の副生時、冷媒使用機器、発泡プラスチックフォーム、エアゾール等への充填時、電子機器等の洗浄や半導体・液晶のドライエッチング・CVDクリーニング時にHFC、PFC及びSF₆が排出される。

エネルギー転換部門では、変圧器、開閉器、遮断器等の電気絶縁ガス使用機器の使用・点検・廃棄時にSF₆が排出される。

民生部門では、電気冷蔵庫、エアコン、噴霧器・消火器等の使用・廃棄に伴いHFC、PFCが排出される。

運輸部門では、自動車用エアコンの使用・廃棄に伴いHFCが排出される。

⁷ CVD法は「Chemical Vapor Deposition Method」の略で、日本語では「化学気相法」。

(3) 要因分析と課題

HFC

HFCは冷媒など幅広い用途に使用され近年生産増大

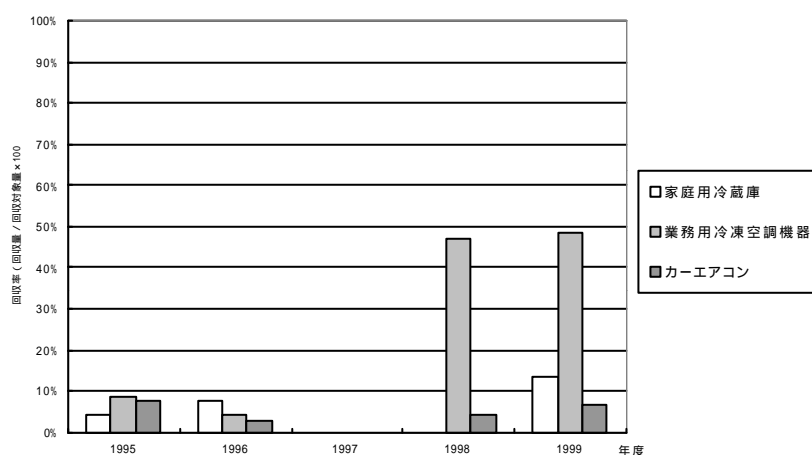
オゾン層破壊物質であるCFCは、モントリオール議定書に基づき、我が国においては1995年末にほぼ生産が中止され、HCFCについても2019年末に中止されることから、その代替ガスとしてHFCの開発と生産設備投資が実施され、近年の生産が増大している。

現在、HFCは、冷媒、溶剤・洗浄剤だけでなく、従来より炭化水素などが使用されてきたエアゾールの分野や、二酸化炭素や炭化水素が使用されている発泡分野にも用途が拡大している。

CFCの自主的な回収が進められているが回収率は低い

現在、オゾン層保護対策として冷媒用CFCの自主的な回収が進められているが、その回収率は低レベルに留まっている。

なお、平成13年6月に、オゾン層の破壊や地球温暖化を招くフロンを大気中にみだりに放出することを禁止するとともに、機器の廃棄時における適正な回収及び破壊処理等の実施を義務づけたフロン回収破壊法が制定され、カーエアコンと業務用冷凍空調機器に冷媒として使用されているCFC、HCFCだけでなく同用途のHFCについても、回収率の向上が期待できることとなった。



出典：環境省資料等をもとに作成

図 71 冷媒CFC回収率（回収対象量ベース）の推移

- (注1) 回収対象量の定義については、第1回小委員会 資料3-4-5「HFC等3ガス部門の削減ポテンシャル」(p7)参照
- (注2) 1997年度は機器別回収実施者別回収率としてとりまとめられているため、機器別の回収量に関するデータは出されていない。
- (注3) 1998年度の家庭用冷蔵庫については、回収台数ベースで回収率がまとめられており、回収量に関するデータは出されていない。

炭化水素系等の代替物質は既に実用化レベルにある

エアゾール用途で、HFCを利用している主な製品は、産業用および家庭用のダストブローであり、これらの製品は現時点においても炭化水素等の代替物質で十分に対応可能であると考えられること、また開放系の用途であるため回収処理が困難であることから、可能な限り炭化水素等へ代替していく必要がある。

冷媒用途では、現在、わが国においてはアンモニア等の代替物質を使用した業務用冷凍空調機器が僅かではあるが製造されている。一方で、海外では炭化水素系冷媒などの代替物質を利用した製品の開発が積極的に行われており、わが国でも研究開発と一部実用化が行われている。

発泡用途では、現在、家庭用冷蔵庫の断熱材として、炭化水素（シクロペンタン）を用いたものが既に実用化されている。それ以外では、僅かではあるが炭化水素や水を代替物質としてフロン(注)に混合して発泡剤として使用している。将来的には代替物質の混合率を高めていく方向や代替物質単独での発泡の可能性があると考えられる。

(注) 高発泡ポリスチレンフォームはHFCを使用しているが、その他のフォームでは未だほとんど使用されていない。

PFC

PFCは電子部品等の洗浄、ドライエッチング・CVDクリーニング用途に使用

PFCは、約30年前から使用されているが、実質的には1980年代後半からのハイテク関連産業の成長とともに、電子部品等の洗浄用途、半導体・液晶のエッチング、CVDクリーニング用途として使用量が増加してきた経緯がある。

PFC回収処理装置の回収効率が高いが設備の設置率は低い

1999年時点において回収処理装置の回収効率（除害効率）は90%と技術的に高い水準となっている一方で、回収装置・設備の設置率が半導体製造で0.5%（PFC、SF₆同値）、液晶製造で10.4%（PFC）、22.0%（SF₆）と低い水準にある。

PFCの代替物質は調査研究段階

現在、PFCの代替ガスに関する調査研究が政府プロジェクトで開始されたばかりであり、将来の代替の可能性は現時点では不明である。

SF₆

SF₆は弱電機器等利用用途が拡大

SF₆は従来、電気絶縁用として、密閉型ガス開閉装置、遮断器及び変圧器等の電力用機器に使用されている。また、PFCと同様に、半導体・液晶のエッチング、CVDクリーニング用途としても利用されている。

SF₆は、従来の用途に加えて、電子回路や制御回路等の比較的弱い電流を用いる弱電機器での利用が増加しており、また海外においてはタイヤ、靴底、二重防音窓等への利用が報告されているが、小型の製品からのガス回収は困難であることから、これらの用途における利用拡大が懸念される。

SF₆の電気絶縁用途での回収処理は進展

電気絶縁用途のSF₆は、機器の点検時および撤去時に回収が行われており、1999年時点において点検時の回収率が87%、撤去時の回収率が88%と比較的に高い実績となっている。

SF₆の代替物質は研究段階

SF₆の代替ガスに関する調査研究が行われているが、現時点において効果的な代替ガスは開発されていない。

【備考】新たな代替物質としてNF₃(三フッ化窒素)の使用開始

半導体・液晶のエッチング、CVDクリーニング用途においては、PFC、SF₆の代替物質として京都議定書の削減対象に入っていないNF₃(GWP: 8,000)が使用され始めている。

なお、NF₃は、化学物質審査規制法で、指定化学物質に指定されており、平成11年度の製造量及び輸入量の合計値は217トンである。

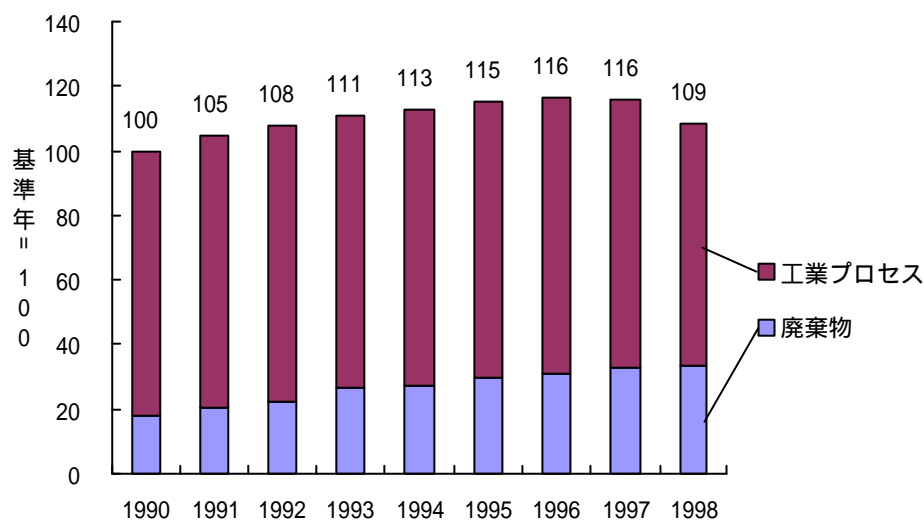
6 . 非エネルギー起源 CO₂、CH₄、N₂O

(1) 排出量の現状と推移

非エネルギー起源CO₂排出量は90年比9%増加

1998年度における非エネルギー起源のCO₂の排出量は、わが国における温室効果ガス総排出量の5.8%を占めている。主な排出源はセメントなどの製品製造時の石灰石、ドロマイト起源の工業プロセスからの排出と、廃棄物焼却（化石燃料由来である廃油と廃プラスチック類が対象）からの排出である。

98年度の非エネルギー起源のCO₂の排出量は90年度比で9%増加している。これは主として廃棄物焼却時のCO₂が増加していることによる(90年比81%増)。なお、98年度はセメント製造時のCO₂排出量(90年比4.7%減)が減ったこと等により減少に転じた。



(注) 「土地利用、土地利用変化及び林業」を除く。

図 72 非エネルギー起源のCO₂の排出量の推移

メタン(CH₄)排出量は90年度比11%減少

98年度におけるCH₄の排出量は、我が国における温室効果ガス総排出量の2.1%を占めている。主要な排出源は、稲作、家畜の消化管内発酵、家畜ふん尿の排出と、廃棄物の埋立からの排出、天然ガス・石炭採掘時の漏出などのエネルギー部門、工業プロセスからの排出である。

98年度のCH₄の排出量は90年度比で11%減少している。各部門ともに減少傾向にある。

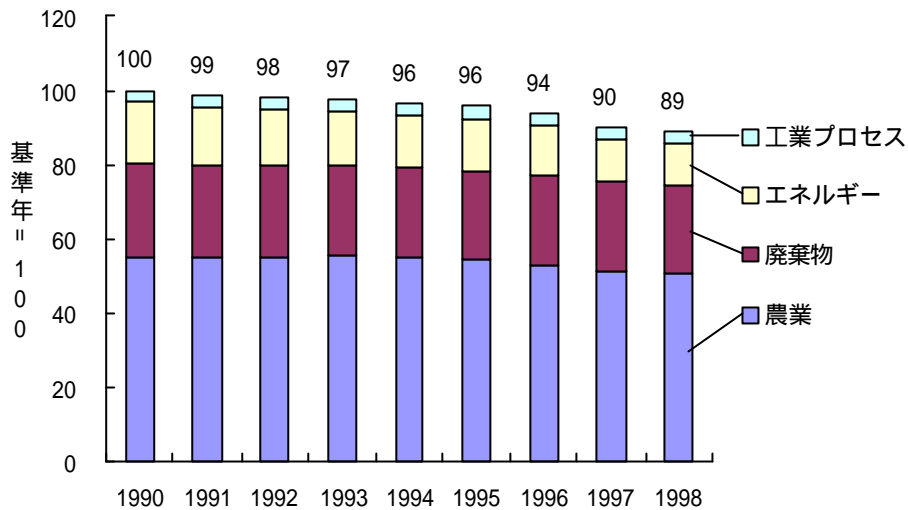


図 73 CH4の排出量の推移

一酸化二窒素(N2O)は90年度比10%増加

98年度におけるN2Oの排出量は、我が国における温室効果ガス総排出量の1.5%を占めている。主要な排出源は、アジピン酸や硝酸製造等の工業プロセス、運輸・その他燃料の燃焼等のエネルギー部門、農業・畜産分野、廃棄物の焼却である。

98年度のN2Oの排出量は90年度比で10%増加している。これは、主として運輸等のエネルギー部門と廃棄物の焼却によるものである。なお、98年度は工業プロセスの排出量が約12%減少したことにより、N2O排出量は減少に転じた。

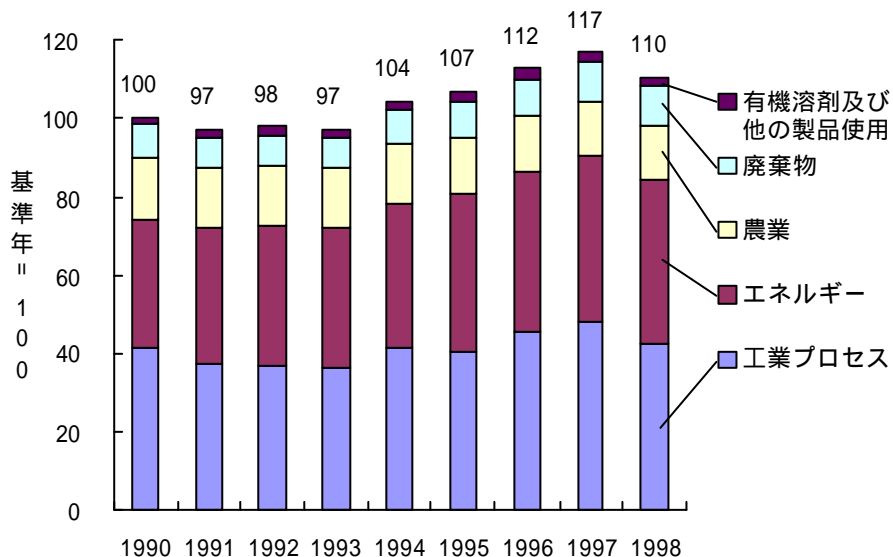


図 74 N2Oの排出量の推移

(2) 要因分析と課題

農業・畜産部門

農業・畜産部門(稲作、家畜の消化管内発酵など)のCH₄及びN₂Oの排出量は、全体的に減少し、90年比で8%減少した。排出量の減少要因は、主として活動量の減少である。例えば、稲作からのCH₄排出量は、水田面積の減少によって減少した。

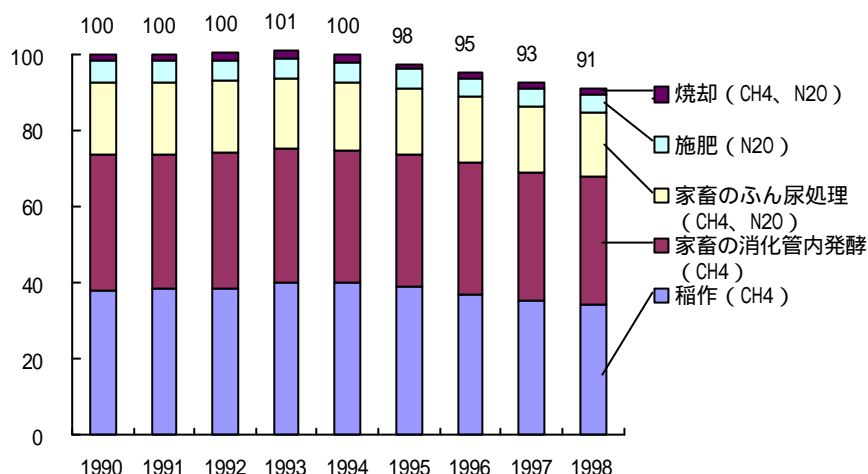


図 75 農業・畜産部門の温室効果ガス排出量の推移

有機性資源(家畜排せつ物の他、生ゴミ、食品産業廃棄物、下水汚泥等[以上は廃棄物分野に含まれる])のリサイクルを促進するため、1999年8月から関係省庁・関係団体による「有機性資源循環利用推進協議会」を組織し、関係省庁・団体による連携事業や横断的プログラムの推進方策について検討を重ね有機性資源のリサイクルの促進に向けた基本方針を取りまとめている。

家畜排泄物については、「家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が1999年12月に施行され、2000年度中には各都道府県において「家畜排泄物の利用促進計画」が策定されることとなっている。各都道府県においては、家畜排泄物の有効利用を図るためにたい肥化等により推進することとしている。

廃棄物部門

廃棄物の焼却量は1990年度以降増加傾向にある。1996年度の焼却量は一般廃棄物と産業廃棄物をあわせて約2,840万トンと1990年度から24%の増加となっている。なかでも、廃油・廃プラの焼却量の増加が著しい。

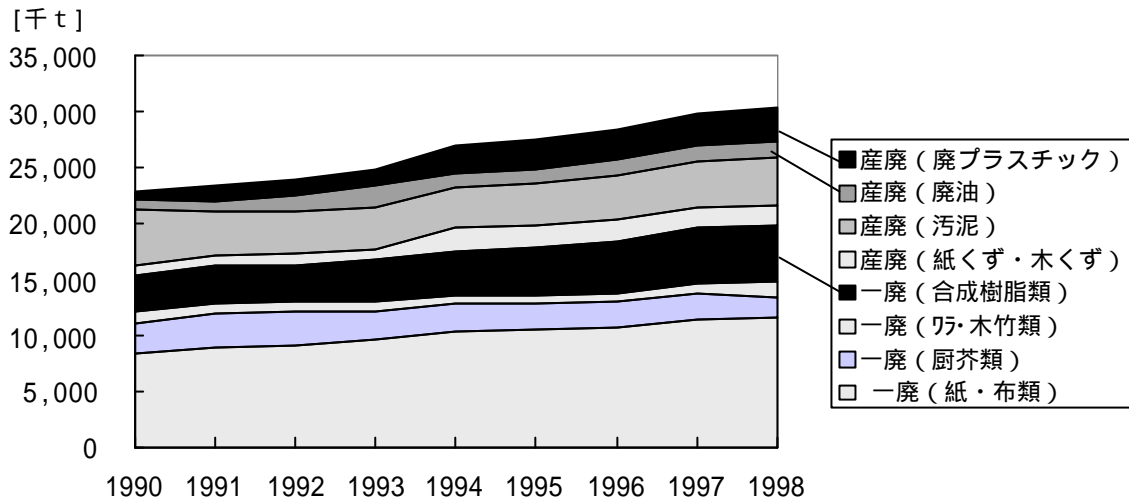


図 76 廃棄物焼却量の推移 [1997年度以降は推計]

(出典：厚生省「日本の廃棄物処理」「産業廃棄物の処理状況等について」等より作成)

1999年9月に、政府は、「ダイオキシン対策推進基本指針」に基づき、2010年度を目標年度とする廃棄物の減量化の目標量を1996年度に対し次のように設定している。

表 17 廃棄物減量化の目標

	一般廃棄物	産業廃棄物
減量化	<ul style="list-style-type: none"> 排出量を5%削減 再生利用量を10%から24%に増加 最終処分量を半分に削減 	<ul style="list-style-type: none"> 排出量の増加を13%に抑制 再生利用量を42%から48%に増加 最終処分量を半分に削減
焼却量の削減	・15%削減	・22%削減

2000年5月に成立した食品循環資源再生利用促進法（食品リサイクル法）では、2001年度の施行から5年間で再資源化率を企業毎にそれぞれ20%向上させることを目指している。本法は資源を有効利用し、加えて最終処分される廃棄物を減らすことが主たる目的であるが、温室効果ガス排出抑制の効果も期待できる。

工業プロセス部門

1996～1998年度にかけて工業プロセス分野における排出量が減少したのは、主にセメント製造時のCO₂排出量がセメント需要の落ち込みによって減少したことによる。

CO₂排出量の少ない混合セメントなどの利用拡大やアジピン酸製造時に発生するN₂Oの回収・破壊などが、自主的取り組みによって進められている。

このアジピン酸製造時に発生するN₂Oの回収・破壊(約9割)は、1999年に回収破壊設備が導入されることにより、その効果が期待されている。

表 18 工業プロセス部門の排出量の推移

	[千t-CO ₂ 換算]									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
工業プロセス計	67,229	68,157	68,649	67,832	69,756	69,644	70,379	69,269	62,495	
CO ₂ 計	58,795	60,382	60,999	60,333	61,303	61,237	61,079	59,501	53,809	
セメント	38,685	40,284	41,669	41,581	42,619	42,507	42,884	40,230	35,419	
生石灰	5,195	5,160	5,090	4,661	4,464	4,241	4,179	4,699	4,462	
ソーダ石灰ガラス	921	893	890	879	992	950	838	857	776	
アンモニア	3,377	3,327	3,356	3,183	3,391	3,328	3,453	3,366	3,055	
鉄鋼	10,617	10,718	9,994	10,028	9,838	10,211	9,725	10,349	10,097	
CH ₄ 計	1,019	1,003	956	940	1,007	1,039	1,043	1,050	993	
カーボンブラック	183	182	174	158	168	175	175	179	167	
エチレン	125	129	126	119	136	146	150	156	149	
二塩化エチレン	23	22	23	23	24	25	26	29	29	
スチレン	187	184	182	189	232	247	259	255	233	
メタノール	4	3	1	2	2	3	0	0	0	
コークス	497	483	449	447	445	444	432	431	415	
N ₂ O 計	7,415	6,772	6,695	6,559	7,445	7,368	8,257	8,718	7,693	
アジピン酸	6,650	6,008	5,925	5,804	6,669	6,605	7,514	8,000	6,903	
硝酸	766	763	770	756	776	763	743	718	790	

7 . 分野横断的対策

(1) 情報通信技術の活用

政策的に情報通信技術の活用を促進し温室効果ガスを削減(直接効果)

産業部門では、分散電源を通信ネットワークにより結びつけることによる高効率最適運転、ボイラー等の熱源機器の台数制御の高度化、IT技術の高度化による工場設備の最適制御によってエネルギー消費量を削減し、温室効果ガスの排出量を削減することができる。また、製品設計段階におけるライフサイクルシミュレーション(製造 - 使用 - 廃棄の全段階で最もCO₂が極小になるような設計) によって、ライフサイクルにわたるCO₂の排出を削減することができる。

パソコン、携帯電話等、情報通信技術の急速な普及は、人々のライフスタイル、ビジネススタイルを変えているとともに、図 12 に示すとおり、産業部門だけでなく、温室効果ガスの排出に対して様々な経路を通じて影響を与えている。

地球温暖化対策推進大綱において温暖化対策として掲げられた、「テレビ会議・テレワーク等の普及」、「ITS技術の活用」、「物流の効率化」等の対策・技術は、自動車交通量の低減、渋滞の緩和、過剰生産の抑制等を通じて、温室効果ガス排出量の削減に寄与すると考えられる。

一方、注文生産やE - コマースと言われる通信販売の進展は、多頻度小口輸配送を現状以上に増加させ、これが、逆に交通流の増加や渋滞の悪化を招き、温室効果ガス排出量の増大に寄与するのではないかと、また、ITS等による利便性の向上は、長期的には逆に自動車利用を促進するのではないかとともに憂慮されている。

したがって、温室効果ガス排出量の増加をもたらす経路については、できるだけその影響を最小限に止める対策をとる必要がある。例えば、多頻度小口輸配送の増加に対しては、それを抑制したり、物流の効率化等の推進によりその影響を緩和することが重要であり、また、OA機器の利用増加に対しては、省エネルギー性能の向上によってOA機器利用増の効果を相殺していくことが重要である。

情報通信技術需要の創出による産業のサービス化促進(間接効果)

温暖化対策とは直接関係していないが、情報通信技術の普及は、ハードとソフトの両面を通じて、情報・通信機器関連業種、情報・通信サービス産業の発展をもたらすものであり、エネルギー多消費型の業種に比してこのようなエネルギー消費の比較的少ない高付加価値型の業種が伸びれば、産業部門と民生(業務)部門をあわせた産業界全体における排出量を低下させることとなる。

政策的に産業構造のソフト化を推進することは、間接的な温暖化対策に資すると考えられる。

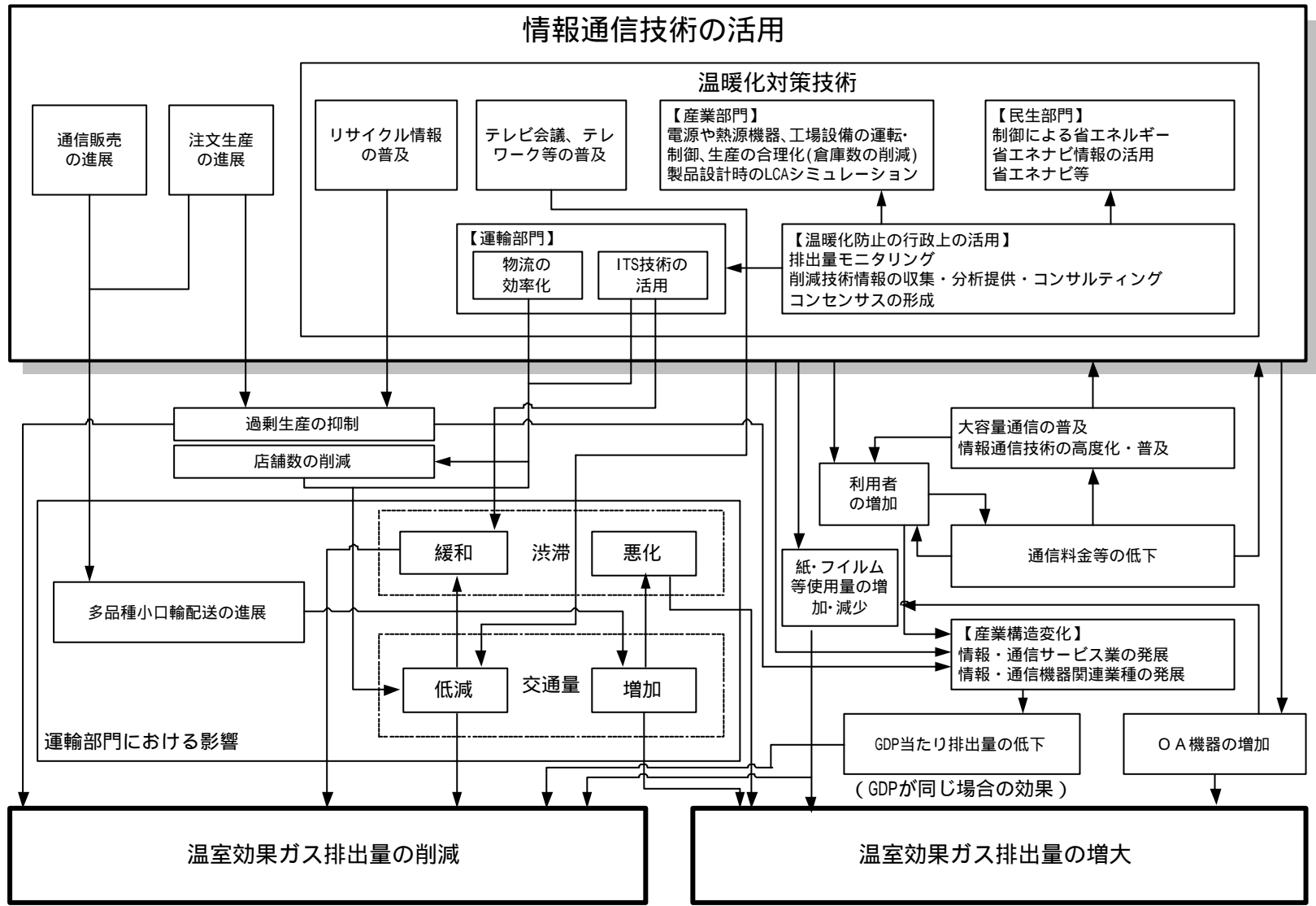


図 77 情報通信技術の活用と温室効果ガス増減との関係

(2) リサイクル

資源リサイクルによるCO₂削減

20世紀を特徴付けた大量生産、大量消費、大量廃棄の経済社会を見直して、資源循環型の社会の形成が強く求められているが、資源の有効な利用は、温室効果ガス、とりわけ二酸化炭素の排出量の削減に大きな寄与が期待される。

排出抑制、再使用、再生利用等は、主として次のような経路を通じて、温室効果ガスの削減に寄与することとなる。

排出抑制、再使用、再生利用とは、基本的には廃棄物量を減少させるために、有用な資源をできる限り循環させて活用する取組であるが、温室効果ガス排出量の算定にあたって対象となる化石燃料由来の廃油、廃プラスチックの焼却量を減少させるだけでなく、物質循環により新規の製造必要量を減少させたり、廃棄物からエネルギーを取り出すことにより従来の化石燃料消費量の減少に資するなど、エネルギー面においても温室効果ガス削減に資する。また、紙・繊維くず、食物くず、木くずの埋立量が減少すれば、メタンの発生量の抑制にも資する。

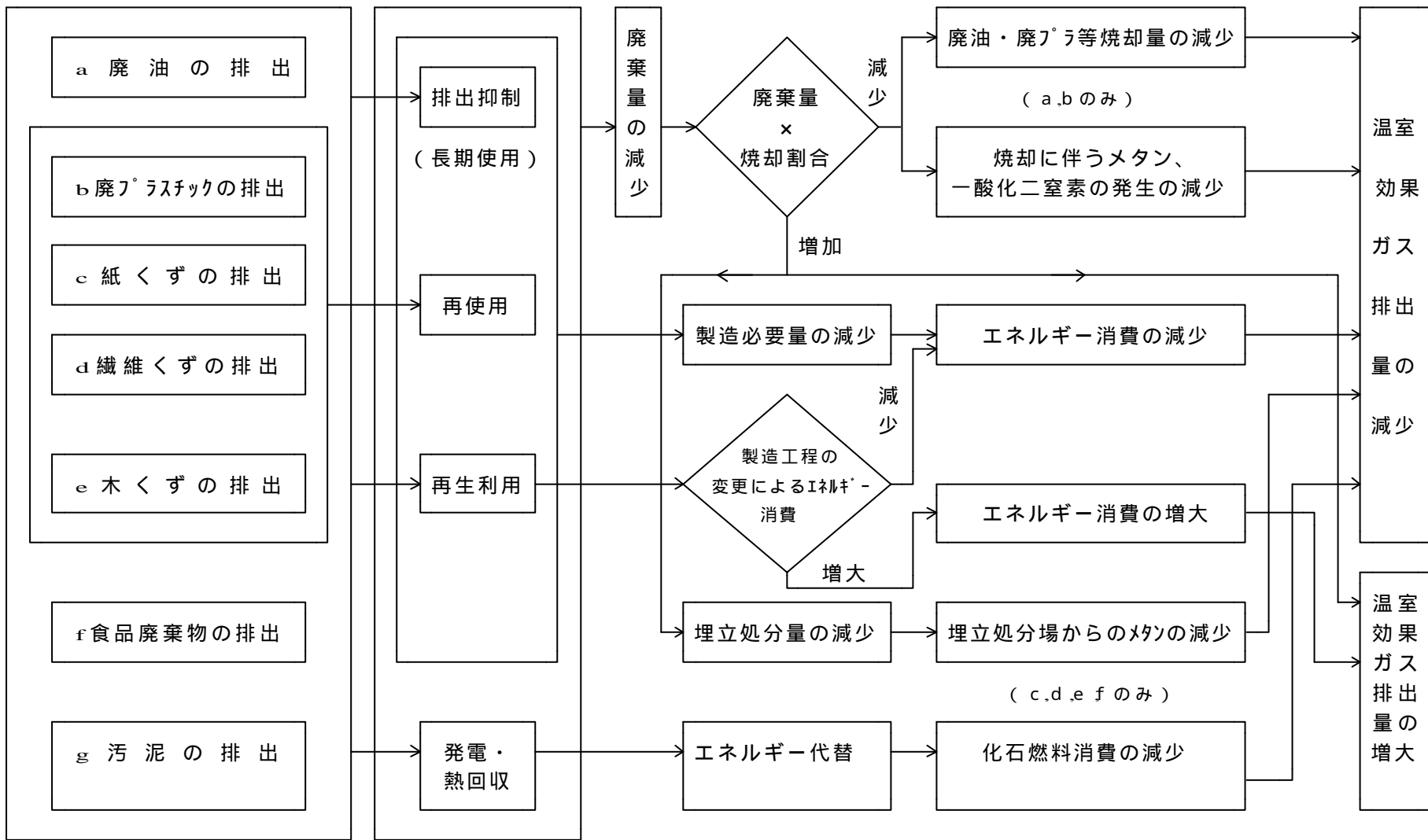


図 78 資源の有効利用と温室効果ガス排出量の削減との関係

(3) 分散型電源

1998年度のエネルギー消費に関わる二酸化炭素の排出は、我が国における温室効果ガス総排出量の約83%を占め、もっとも主要な排出源となっている。産業部門でのエネルギー消費の増加は鈍化傾向を見せているが、民生部門、運輸部門におけるエネルギー消費は着実に増加しつつあり、国民生活の多様化、快適性の追求などから、今後も増加傾向になることが予想される。このため、エネルギーシステムの脱炭素化、高効率化が重要な課題である。

図79に示すとおり、エネルギーの供給方法は、技術の進展とともに多様化しており、再生可能エネルギー、バイオマスエネルギー、リサイクル型エネルギー等、二酸化炭素の排出を伴わないエネルギー供給技術が開発されており、電力と熱の利用の双方に対して多様な組み合わせ方法が可能となってきた。

特に、今後も増加が見込まれる電力は、従来は規模のメリットから、大規模な発電所で発電した電力を遠隔の需要地に送電するという大規模集中型の供給システムとなっていたが、近年になって、技術の進歩により燃料電池、マイクロガスタービン等の小型で高性能の発電設備の導入が経済的に可能になってきたことなどから、需要地近接型の分散型エネルギー供給システムの可能性が大きくクローズアップされている。

分散型エネルギー供給システムにおいては、需要地に近接しているという利点から、送電損失の低減や、排熱の有効利用が可能となり、電力と熱エネルギーを同時に発生させ、エネルギーの効率的な利用を可能とするコージェネレーションシステム等の活用により、エネルギーシステムの大幅な効率化の可能性を秘めている。反面、実際の利用形態によっては、電気需要と熱需要のバランスが常時確保されていないために、効率の低い場合がある。エネルギーシステムは供給から利用までのトータルシステムとして捉える必要があり、効率的な分散型エネルギーシステムの推進にあたっては、一需要家のみの効率化にとどまらず、地域全体、日本全体の効率化を推進するようなシステムや制度についての検討を進めておく必要がある。

また、分散型エネルギーシステムや運輸部門におけるエネルギー転換の促進にあたっては、供給インフラの整備も重要な課題である。巨額の資金を必要とするため国家的な対応が必要であり、将来の不確実性も考慮しつつ、どのようなエネルギーをどのような形で供給し、その供給網を整備していくかについて長期的な戦略を検討しつつ、2010年に向けての対応を早期に明らかにしていく必要がある。

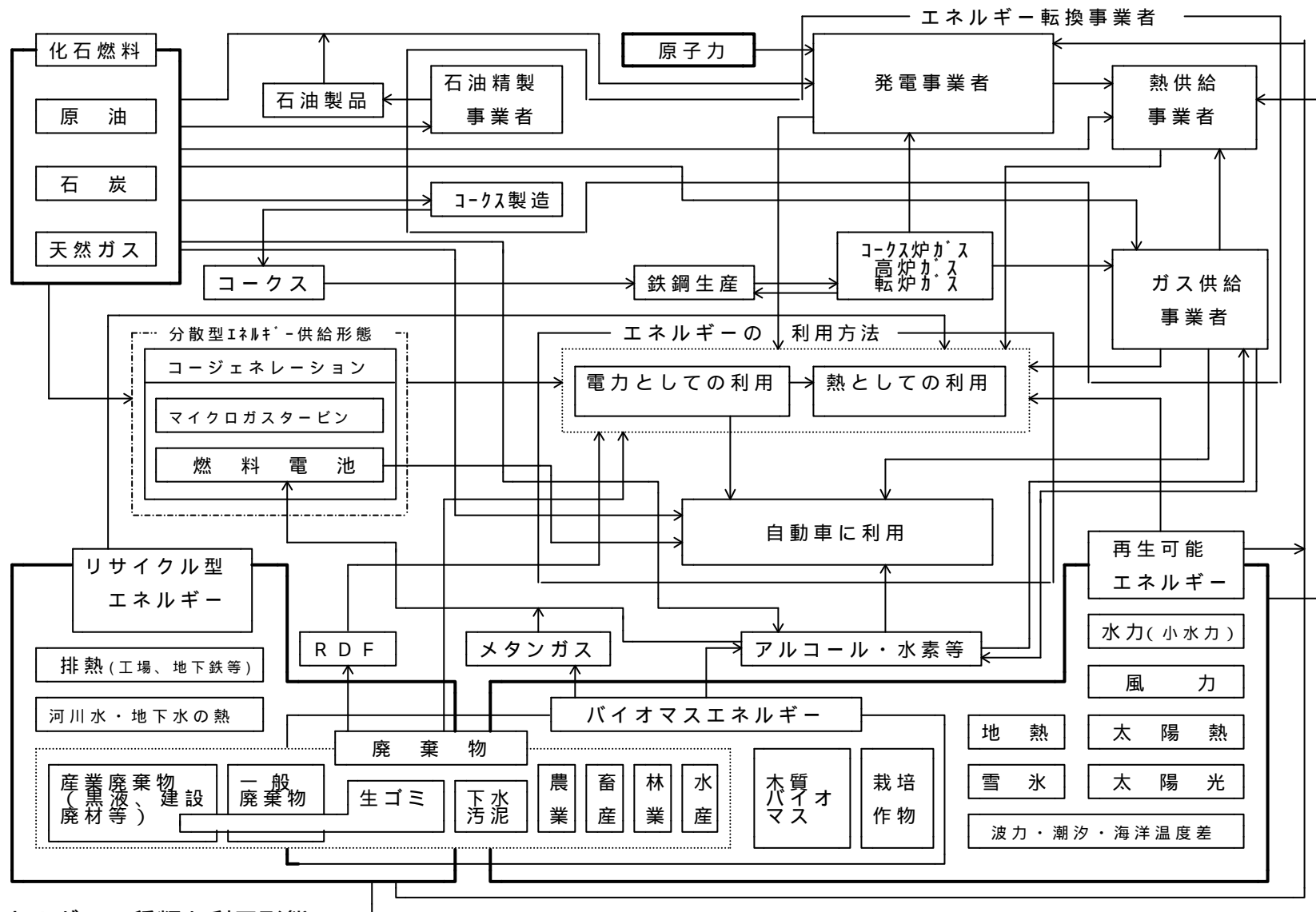


図 79 エネルギーの種類と利用形態