

## 温室効果ガス削減対策技術シート

目標達成シナリオ小委員会での検討対象にした温室効果ガス削減に有効な対策技術約160（うち、追加的削減量を想定したものは約100）についてとりまとめたものである。この対策技術シートには、排出量の将来推計及び削減ポテンシャル算定根拠の概要、削減費用及びその算定根拠、導入促進に向けての課題とその対策が整理されている。各対策技術シートの内容を理解する上での注意点等を以下の「対策技術シートの見方」に示す。

### 1. 対策技術シートの見方

コード番号		分類			
対策技術名		火力発電における燃料転換			
コード番号	分類	改訂年月日	2001年6月 日		
技術の概要					
技術の普及状況		克服すべき技術的課題			
ケース	削減量(千t-CO <sub>2</sub> )	算定根拠概要		参照頁	
計画ケース					
ポテンシャル					
GHG削減量	項目	導入技術(A)	既存技術(B)	削減量(B-A)(C)	備考
	排出係数				
	年間GHG排出量				
	年間エネルギー消費量				
コスト評価	項目	導入技術(A)	既存技術(B)	備考(出典、特記事項など)	
	設備投資費(a)				
	維持管理費(b)				
	耐用年数(c)				
年間維持管理費用 $a*4\%/(1-(1+4\%)^{-c})+b$		(d)	(e)	削減費用 $((d-e)/C)(D)$	円/t-CO <sub>2</sub>
エネルギー費用		(f)	(g)	エネルギー費用軽減効果 $((g-f)/C)(F)$	円/t-CO <sub>2</sub>
追加的削減費用(D-F)		円/t-CO <sub>2</sub>		円/t-C	
未算定の利益(不利益)・効果					
制度的課題					
社会的課題					
考えられる対策のオプション					
副次的効果					

コード番号

各部門別の対策技術シートを対策と効果の関係から分類し、以下のコード番号を付記している。

エネルギー 転換部門	a 電力供給	イ、火力発電所の効率向上 ロ、火力発電の燃料転換 ハ、非炭素電源の利用(新工法等を除く) ニ、新エネルギー等の利用 ホ、送配電ロスの削減 ヘ、その他
	b 都市ガス製造・供給	イ、低炭素原料への転換 ロ、転換効率の向上
	c 石油精製	イ、精製効率の向上
	d 熱供給	イ、未利用熱エネルギーの利用
	e 一次生産	イ、炭田ガス対策
	f 電力需要	イ、電力負荷平準化 ロ、鉄鋼業における対策
産業部門	a エネルギー多消費業種における省エネルギーの推進	ロ、セメント製造業における対策 ハ、紙・パルプ業における対策 ニ、石油化学工業における対策
	b エネルギー供給	イ、自家発電施設の高効率化、自然エネルギー導入、小型分散電源、燃料転換
	c 生産工程における省エネルギー	イ、熱管理 ロ、電力管理
	e 資源循環	イ、新素材の利用 ロ、資源の有効利用 ハ、生産システムのグリーン化 ニ、業界間でのエネルギー融通
輸送部門	a 個別輸送機器のエネルギー消費効率の向上	イ、自動車：燃費の向上 ロ、自動車：低公害車の導入 ハ、鉄道：省エネルギー型車両の導入 ニ、船舶：エネルギー効率向上 ホ、航空機：エネルギー効率向上
	b 物流の効率化	イ、モーダルシフトの推進 ロ、トラックの積載率の向上 ハ、物流の情報化
	c 公共交通機関の利用	イ、自転車の利用促進、電車、バスの利用促進 ロ、都市内公共交通機関の整備
	d 交通対策の推進	イ、ITS(高度道路交通システム)の推進 ロ、交通需要マネジメント(TDM) ハ、エコドライブの推進
	e ライフスタイルの変更	イ、自動車利用習慣 ロ、交通需要の低減・平準化 ハ、自動車の選択
民生部門	a 家庭用	イ、冷暖房 ロ、暖房・給湯 ハ、給湯・厨房 ニ、その他電力 ホ、照明 ヘ、建物内エネルギー供給システム
	b 業務用	イ、空調用 ロ、その他動力 ハ、照明 ニ、建物内エネルギー供給システム
HFC等3 ガス部門	a HFCs	イ、HFC生産時の排出、HCFC22副製品の排出 ロ、冷媒(一部発泡用)：家庭用電気冷蔵庫、家庭用エアコン、業務用冷凍空調機器、自動車用エアコン ハ、発泡：押出ポリスチレン、ウレタンフォーム、ポリエチレンフォーム、フェノールフォーム ニ、エアゾール、噴霧器、消化器 ホ、溶剤・洗浄
	b PFCs	イ、各PFCの生産時の排出 ロ、溶剤・洗浄
	c SF6	ハ、ドライエッチング、CVDクリーニング イ、SF6の生産時の排出 ロ、電気機械器具(ガス絶縁装置)
生物資源等 部門	a 農業	ハ、ドライエッチング、CVDクリーニング イ、家畜の消化管内発酵 ロ、家畜のふん尿処理 ハ、稲作 ニ、施肥
	b 廃棄物	ハ、焼却 イ、埋立 ロ、下水処理 ハ、焼却
	c 土地利用、土地利用変化及び林業	イ、木質バイオマスのエネルギー利用 ロ、他材料(建築資材等)の木材による代替 ハ、都市緑化・屋上緑化 ニ、木材の耐久的利用 (木造住宅の長寿命化、木製品のリサイクル等)

## 技術分類

温室効果ガス削減に資する対策には、技術的な改善による対策と、技術的な改善を促すための税、賦課金、補助金、各種制度、規制的措置等の推進メカニズムとしての対策の二通りがある。本検討では、前者を対象としている。

技術的な改善としての対策は、大きく次の6種類に分けられる。

### [対策の種類と具体例]

分類	具体例
技術の効率改善・代替	高効率発電の導入、省エネ機器の普及、新エネルギーの利用、低燃費車の普及など
資源の有効利用	廃プラスチックの高炉での利用、バイオマスエネルギー利用など
排出抑制	HFC等の回収・破壊、漏洩防止など
インフラ整備	二酸化炭素排出の少ない都市・地域構造の形成、物流の効率化など
ライフスタイルの改善	自転車利用の促進、省エネ意識の向上、アイドリングストップなど
その他	都市緑化、屋上緑化などの気象条件の緩和策など

## 排出量の推計

上段の「計画ケースの削減量」は、98年を起点として、各技術の普及状況や技術の効率等を一定とした固定ケースと2001年2月時点での政策・対策の延長の下における将来の各技術の普及状況と効率等を考慮した計画ケースとの差で表される。計画ケースの削減量は、原子力発電所7基新設ケースと13基新設ケースの2つの値を記載している。

下段の「ポテンシャルの削減量」は、計画ケースに対して、資金的・社会的・制度的制約条件をある程度捨象した場合の技術的に可能な削減量を示している。削減ポテンシャル量は、不確定要素が多く、推計値にある程度の幅を持って示している。

なお、小委員会では、削減ポテンシャルを精査し、追加的削減量として1つの数字とし、集計・分析している。

また、「参照頁」は、第1回目標達成委員会で配付した資料の資料番号とその参照頁を示している。

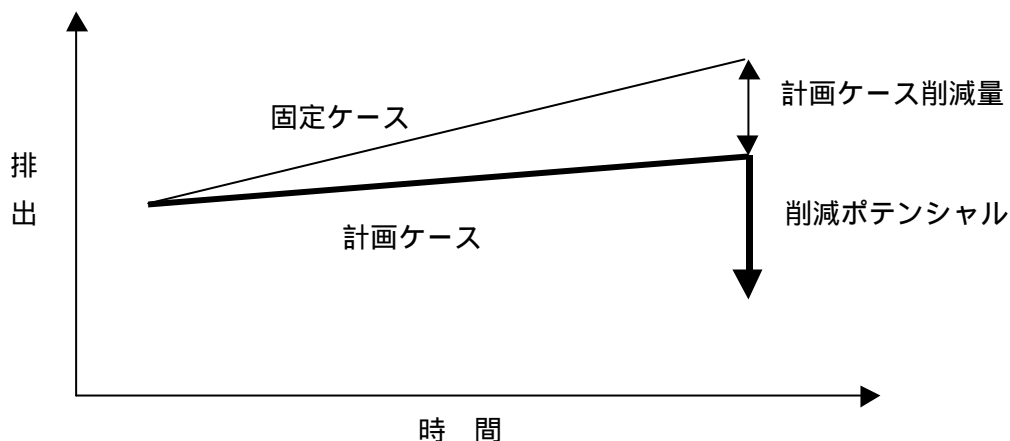


図 計画ケースと削減ポテンシャルとの関係

### 各対策技術の導入による温室効果ガス排出削減量の推計方法

エネルギー起源のものについてはエネルギー消費量をベースに推計し、直接分と間接分を分けて集計している。

直接排出分（各部門における燃料等の燃焼によるもの）

各エネルギー消費量 × 排出係数により集計。

電力消費削減による二酸化炭素排出削減量

電力消費削減量を[kWh]ベースで集計。

、 の値が一意に定まらない時は、低位～高位の形で幅を持って示している。また、電力消費削減による二酸化炭素削減ポテンシャルを推計するに当たっては、本検討の出発点となっている2010年度計画ケース（原子力発電に関する2つのケースのうち7基新設ケースを採用）の発電電力量構成を前提として、そこから、各対策が発電電力量に与える影響分だけ、想定した対応電源の発電電力量が減少するという考え方で算定を行った。対応電源としては次の2通りの想定を行った。

全電源平均対応（全ての電源の発電電力量が同じ割合で削減される）

火力平均対応（全ての火力電源の発電電力量が同じ割合で削減される）

このうち、全電源平均対応は、電力需要減に対して、原子力発電や水力発電を含めた形で電源選択が行われると想定されたものであり、これは、計画ケースで前提とした原子力発電所等の想定自体も変化することを意味する。

表 電力消費削減技術や再生可能エネルギー発電等の評価を行うための電力のCO<sub>2</sub>排出係数および電力費用の考え方と設定値

		供給側			需要側	
		再生可能エネ発電		送配電 損失低減 技術	電力消 費削減 技術	発電 技術
		不安定な 電源 <sup>(注5)</sup>	安定な 電源			
分類 <sup>(注1)</sup>		(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
設備代替効果の想定		なし	あり		評価の前提とせず	
対象電力		送電端 発電電力量			購入電力 削減量	発電 電力量
排出係数 (gCO <sub>2</sub> /Wh) (注2)	送/需 <sup>(注4)</sup>		送電端係数		需要端係数	
	対応 電源	全電源平均		0.34	0.36	
		火力平均	0.65	0.65	0.69	
電力費用 (円/kWh) (注3)	対応 電源	全電源平均		7.4	購入電力 平均価格	
		火力平均	4.0	7.3		

(注1) (A) 風力発電、(B) 廃棄物発電、バイオマス発電（除間伐材・林地残材を使用した木質バイオマスを燃料とするもの）(C) 低損失型柱上変圧器、(D) 産業部門、民生部門における省エネルギー対策技術全般、(E) コージェネレーション、太陽光発電、製材工場の残廃材を使用した木質バイオマス発電、メタン発酵処理によるエネルギー利用など、主として売電を目的としない需要地消費型の民生・産業用電力代替技術。

(注2) 本評価における排出係数には、便宜上という整理から、2010年度、計画ケース2（原子力新設7基）の値を用いている。

(注3) 供給側の不安定電源の電力費用 4.0 円/kWh は、総合資源エネルギー調査会で示された燃料費相当。その他の供給側の電力費用は総合資源エネルギー調査会で示された運転年発電原価。購入電力価格は部門等により異なることから対策・技術毎に設定している（詳細は各対策・技術シートを参照）

(注4) 需要端係数 = 送電端係数 / (1 - 送配電損失率 / 100)

(注5) 出力が自然条件に左右される不安定な電源は、設備代替効果が無い、あるいは小さいことから、その発電量相当分だけ火力発電の燃料消費が回避されるとした。

## 削減費用の算定

追加的削減費用とは、個々の削減技術別の計画ケースに対して温室効果ガスを削減するために追加的に必要な費用である。費用には、財・サービスの取得・維持に直接必要な設備投資、維持管理費、エネルギー費に加えて、国・自治体のインフラ整備、効用・不利益・利益（例えば、快適性、輸送頻度、時間、安全性、リスク回避、大気汚染防止等の副次的効果等）などを費用換算したものが含まれる。追加的費用は、以下の式で算定される。

$$A = C - P + E$$

A : 追加的削減費用（1年間に炭素1トン削減するのに必要な費用）

C : 1年間に炭素1トン削減するのに必要な年平均化初期投資額

$$C = [(C_a \times C_a^{inv} + C_a^{O\&M}) - (C_b \times C_b^{inv} + C_b^{O\&M})] / R$$

a : 新規技術

b : 既存技術

$$C_s = r / (1 - (1 + r)^{-n_s}) \quad s = a, b$$

r : 社会的割引率 = 4%

n<sub>s</sub> : 各技術における設備の耐用年数

C<sub>s</sub><sup>inv</sup> : 各技術の設備投資費用

C<sub>s</sub><sup>O&M</sup> : 各技術の年間維持管理費用

R : 技術の代替による温室効果ガスの年間削減量

P : 技術の代替による炭素トン当たりのエネルギー費用軽減分

E : 快適性、輸送頻度、時間、安全性、リスク回避、大気汚染防止等の副次的効果を炭素トン当たりの費用に換算したもの。

$$E = E_1 - E_2$$

E<sub>1</sub> : 上記の費用分

E<sub>2</sub> : 上記の利益分

### 【各項目の留意事項】

「削減費用」、「エネルギー費用軽減効果」、「追加的削減費用」については紙面の関係上、火力平均排出係数を用いた場合の計算結果を掲載している。なお、全電源平均の排出係数を用いた場合の結果については「追加的削減費用」の算定結果のみ括弧内に示している。

上段の「GHG削減量」は、導入技術の温室効果ガス削減量を算定するために記載しているものであり、計画ケースや削減ポテンシャルの算定根拠ではない。

「未算定の効果」には、その他の利益・効果のなかで費用換算できなかったものを記載している。

## 対策技術の課題

削減ポテンシャルを算定する上で捨象した制度的・社会的課題と、その課題を克服し、対策技術促進するために必要な対策手法を導入する上で考慮すべき副次的効果を示したものである。

## 2. 対策技術シートの利用上の注意

温室効果ガス（GHG）削減量は、ある既存の技術からある新しい技術に置き換えた場合に依りて算定される量であり、新しい技術に固有の量ではないことに注意を要する。

例えば、次の図に示すように、同じ性能を持った電化製品であって、一時間の電気消費量がAは500Wh、Bは300Wh、Cは200Whとする。

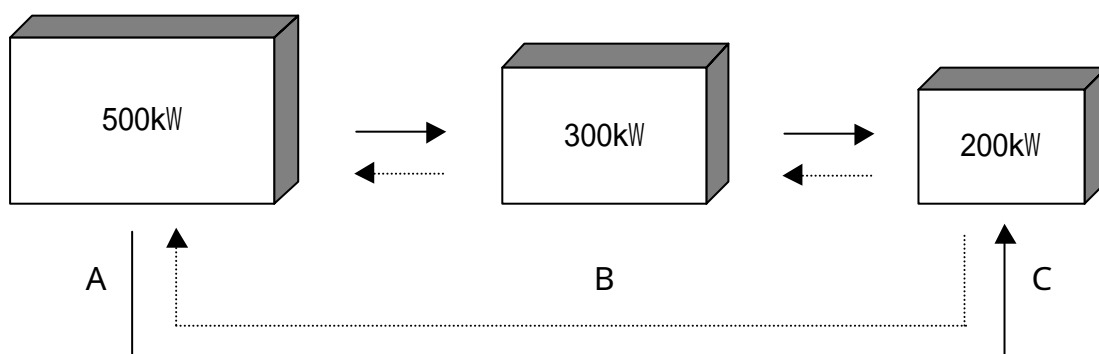


図 家庭電化製品の代替と温室効果ガス削減量評価

この場合、それぞれの代替についてAからBは200Wh、BからCは100Wh、AからCは300Wh節減されるが、Bについては常に200Whの節減効果があると考えるのは間違いである。Cから代替される場合には、100Whのエネルギー消費増にさえなり得る。

以上のことからわかるとおり、新しい技術についての削減量評価は、常に何を代替しているかについての想定が必要となる。このことは、ガス、灯油、電気など、エネルギー源の種類が変更される時、さらに複雑な問題となる。

今後は、機器の使用実態調査を踏まえたより精密な想定が必要である。また、機器の使用状況を踏まえて見直していく必要がある。

## (目次)

### 1 エネルギー転換部門

対策技術名		計画	ポテンシャル	頁
火力発電所の効率向上				
火力発電における燃料転換				3
非炭素電源 の利用(新工 ネ等を除く)	原子力発電の新設			
	原子力発電の利用率向上			4
	水力発電の新設			
新エネルギー 等の利用	風力発電の導入			5
	廃棄物発電の導入			6
	地熱発電の導入			
	木質バイオマス(都市の木質廃棄物) の利用(電力)			7
	木質バイオマス(都市の木質廃棄物) の利用(熱利用)			8
	木質バイオマス(製材工場等の残廃 材)の利用			9
	木質バイオマス(林地残材・除間伐 材)の利用			10
	畜産廃棄物のメタン発酵処理によるエ ネルギー利用			11
	下水汚泥のメタン発酵処理によるエネ ルギー利用(消化ガス発電)			12
	最終処分場から発生するメタンガスの 有効利用			13
低損失型柱上変圧器の導入				14
都市ガス製造・供給効率の向上				
石油精製効率の向上				
ガス漏洩対策による炭田ガス発生抑制				



## 2 産業部門

対策技術名		計画	ポテンシャル	頁
鉄鋼業	コークス乾式消火設備			
	排熱回収ボイラー			
	熱片挿入直送圧延			
	潜熱顕熱回収			
	次世代コークス炉			
	溶融還元製鉄プロセス			
セメント製造業	豎型ミル内部セパレータの効率改善			17
	仕上ミルの豎型化			18
紙・パルプ業	予備浸透型 / 向流式連続蒸解装置			
	高性能パルプ洗浄装置			
	ディフザー置換洗浄装置			
	苛性化工程を利用した高品質軽カル製造技術			19
	高効率型嫌気性排水処理			20
化学工業	エネルギー回収			
	プロセス合理化			
	エチレンプラントガスタービン電力回収			21
	ナフサ接触分解			22
	気相法ポリエチレンプロセス			23
	気相法ポリプロピレンプロセス			24
省エネ対策	ガスタービンの複合発電システム			25
	高性能触媒利用プロセス			26
	メンブレンリアクター利用プロセス			27
	コージェネレーションシステム			28
	コンバインド発電			29
	マイクロガスタービンによるコージェネレーションシステム			30
	休閑地への仮設式太陽光発電導入			31
	燃料転換（天然ガスへの転換）			32
	高性能工業炉			33
	ボイラーの燃焼管理			34
	ファン・ブロア用インバータの導入			35
資源循環	スクラップ鉄の転炉投入促進			36
	廃プラの高炉原料化法			37
	廃プラスチックのセメント原燃料化			38

### 3 運輸部門

対策技術名		計画	ポテンシャル	頁	
輸送機器 単体のエネルギー 消費効率 向上	自動車 燃費向 上	希薄燃焼エンジン			
		ガソリン直噴式エンジン			
		無段変速機（CVT）			
		空気抵抗の低減			
		軽量材料の採用			
	低公害 車の普 及	ハイブリッド車			41
		天然ガス自動車			
		燃料電池自動車			
		電気自動車			
	鉄道	メタノール自動車			
		インバータ化			
	航空機	車両の軽量化			
機体の軽量化					
	エンジンの高効率化				
経済的対策	燃料税の導入				
物流の効 率化	物流拠点の整備				
	大型コンテナ船埠頭整備				
	トレーラ化及び車両の大型化の推進				
	貨物のトラック輸送から鉄道への転換			42	
	貨物のトラック輸送から船舶輸送への転換			43	
	貨物の輸送効率の改善（共同輸送）			44	
公共交通 機関利用	公共交通機関の活用（バス路線の整備）			45	
	公共交通機関の活用（新交通システム等の整備）			46	
交通対策 の推進	ロードプライシング				
	都市部での自動車走行環境の改善			47	
ライフス タイルの 変更	アイドリングストップ				
	自転車、徒歩への転換				
	エコドライブ			48	
	テレワーク、テレビ会議の推進			49	
	購入車両の小型車化			50	

注) 運輸部門の対策のうち、低公害車の導入、乗用車から軽乗用車への転換、公共交通機関の活用、貨物のトラック輸送から鉄道・船舶への転換、貨物の輸送効率の改善については、自動車に対する燃料税の導入により得られる削減量に含めて計上した。これらの対策については、インフラ整備等によりどれだけ輸送機関の転換が進むかという方法ではなく、価格メカニズム（燃料税）を通して、どれだけ転換が進むかという方法を取った。

これは、温室効果ガス削減に効果のある技術が、既存技術を単純に代替とする想定が適切ではなく、輸送機関の購入（低公害車など）・選択が、輸送機関ごとに異なる価格やサービスの質についての利用者自身の判断の下になされると考え方に基づいている。

#### 4 民生部門

部門	技術名	計画	ポテンシャル	頁
家庭	住宅の保温構造化			
	省エネルギー-基準の強化：エアコン (現行対象機器の効率向上)			
	ガス給湯器の効率化			
	厨房用ガスコンロの効率化			
	省エネルギー-基準の強化：テレビ、冷蔵庫・冷凍庫、ビデオ、OA 機器等			
	パッシブソーラーハウス			53
	食器洗い機			54
	家庭用燃料電池コージェネレーション			55
	待機電力の節電			56
	家庭用太陽熱温水器			57
	家庭用ヒートポンプ給湯器			58
	家庭用潜熱回収型給湯器			59
	内炎式ガステーブル			60
	太陽光発電導入			61
	制御による省エネルギー			
	次世代基準住宅の新築住宅への普及			
	既築住宅の断熱改修			
サマータイムの導入			62	
業務	高効率吸収式冷凍機の導入			
	省エネルギー-基準の強化：エアコン			
	省エネルギー-基準の強化：蛍光灯、インバータ照明導入			
	LED 交通信号			63
	燃料電池コージェネレーション			64
	非常口高輝度誘導灯			65
	給湯器にエコノマイザーを導入			66
	潜熱回収型温水ボイラー			67
	エレベータの省エネルギー			68
	自動販売機の省エネルギー			69
	ビルのエネルギー管理システム			70
	超高効率変圧器の導入			71
	太陽熱温水器の導入			72
	ガスコージェネレーション			73
	太陽光発電導入			74
	地域熱供給施設（工場の未利用エネルギー利用）			75
	地域熱供給施設（都市熱源ネットワークの整備）			76
	上水処理施設へのインバータ制御の導入			77
	下水処理施設へのインバータ制御の導入			78
	下水処理場の反応タンクにおける超微細気泡散気方式導入			79
その他	都市緑化			80
	屋上緑化			81

## 5 HFC等3ガス部門

分野		対策技術名	計画	ポテンシャル	頁
HFC	生産時、副製品の排出	HCFCs の生産時における漏洩防止技術			
		HCFC-22 の生産に伴う副生 HFC-23 の回収処理技術			85
	冷媒	家庭用冷蔵庫の HFC 等冷媒の代替技術			86
		家庭用冷蔵庫の HFC 等冷媒の漏洩防止技術			
		家庭用冷蔵庫の HFC 等冷媒の回収処理技術			87
		業務用冷凍空調機器の HFC 冷媒の代替技術			88
		業務用冷凍空調機器の HFC 冷媒の漏洩防止技術			89
		業務用冷凍空調機器の HFC 冷媒の回収処理技術			90
		家庭用エアコンの HFC 冷媒の代替技術			91
		家庭用エアコンの HFC 冷媒の漏洩防止技術			92
		家庭用エアコンの HFC 冷媒の回収処理技術			93
		カーエアコン等からの HFC 冷媒の代替技術			94
		カーエアコン等からの HFC 冷媒の漏洩防止技術			95
		カーエアコン等からの HFC 冷媒の回収処理技術			96
	発泡	ウレタンフォームの HFC 発泡剤の代替技術			97
		押出発泡ポリスチレンフォームの HFC 発泡剤の代替技術			98
		その他発泡プラスチックフォームの HFC 発泡剤の代替技術			99
		発泡プラスチックフォームの HFC 発泡剤の漏洩防止技術			
		発泡プラスチックフォームの HFC 発泡剤の回収処理技術			
エアゾール等	噴霧器で使用する HFC の代替技術			100	
PFC	生産時の排出	PFCs の生産時における漏洩防止技術			
	溶剤・洗浄	電子部品の PFC 洗浄剤の代替、漏洩防止、回収処理技術（密閉系用途）			
		電子部品の PFC 洗浄剤の代替技術（開放系用途）			101
	ドライエッチング等	ドライエッチング・CVD クリーニング用途における代替技術			102
ドライエッチング・CVD クリーニング用途における回収処理技術				103	
SF6	生産時の排出	PFCs の生産時における漏洩防止技術			
	電気絶縁	電機機械器具の電気絶縁用 SF6 の代替、漏洩防止技術			
	電気絶縁	電機機械器具の電気絶縁用 SF6 の回収処理技術		参考	104

6 非エネルギー起源の CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

部門	技術名	計画	ポテンシャル	頁
農業・畜産	家畜（乳用牛[泌乳牛]）の生産性の向上			107
	家畜（肉用牛[肥育牛]）の生産性の向上			108
	家畜の飼料構成の改善（乳用牛[泌乳牛]の飼料に脂肪酸カルシウムを添加）			109
	家畜ふん尿処理方法の変更			110
	水田からの CH <sub>4</sub> 発生を抑制する技術（「水管理方法の改善」及び「稲わらの分解促進」）			111
	施肥方法の変更（全面全層施肥から溝状の局所施肥に変更）			112
廃棄物	食品廃棄物リサイクル			113
	最終処分場の覆土			114
	GHG 排出抑制型下水処理システム			115
	バイオ・エコエンジニアリングを活用した生活系排水の処理			116
	下水汚泥焼却炉の燃焼効率の改善			117
	廃プラスチック（一般廃棄物）の発生抑制			118
	生分解性プラスチックの利用による排出抑制対策			119
工業プロセス	エコセメントの普及(都市ゴミ焼却灰のセメント利用)			120
	混合セメント利用拡大(高炉セメント(BC)、フライアッシュセメント(FAC)、石灰石フィラーセメント(LfC))			121