

EUにおける部門別の温室効果ガス排出削減の経済性評価について

(欧州委員会請負調査報告書)

1. EUのエネルギー供給部門の温室効果ガス排出削減の経済性評価 2
(出所) Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction of Greenhouse Gases in
the Energy Supply Sector in the EU- Executive summary
(作成機関) Ecofys Energy and Environment

2. EUの産業部門のCO₂及びN₂O排出削減の経済性評価..... 7
(出所) Economic Evaluation of Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Emission
Reductions in Industry in the EU
(作成機関) AEA Technology Environment

1. EUのエネルギー供給部門の温室効果ガス排出削減の経済性評価

<p>排出量の現状</p>	<p>・1990年のEUのエネルギー転換部門(蒸気、電力および石油精製)からの温室効果ガスの排出量及びシェア:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 合計排出量:1,327 百万t-CO₂ (全温室効果ガス排出量の 32%) - CO₂排出量:1,268 百万t-CO₂ (全 CO₂排出量の 40%) - メタン排出量:12 百万t-CO₂ - N₂O 排出量:42 百万t-CO₂ - フッ化ガス排出量:4 百万t-CO₂
<p>技術向上がない場合の 2010 年排出見通し</p>	<p>・1995 年から比較して: 新たな再生可能エネルギーおよびコジェネへの転換はない、化石燃料火力発電セクターでの排出係数は不変(すなわち燃料の転換、効率性の改善などを見込まない)</p> <p>・1999 年の「共有解析(Shared Analysis)」プロジェクトで作成された Primes モデルより推計</p> <ul style="list-style-type: none"> - 合計排出量:1,943 百万t-CO₂ - CO₂排出量:1,898 百万t-CO₂ - メタン排出量:12 百万t-CO₂ - N₂O 排出量:29 百万t-CO₂ - フッ化ガス排出量:4 百万t-CO₂
<p>対策</p>	<p>【エネルギー供給部門での CO₂ 排出削減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・需要増加分の天然ガス複合発電プラント(NGCC)での供給 ・既存 NGCC から再生可能エネルギーおよびコジェネへの転換 ・エネルギー転換プロセスでの CO₂ 回収および地中への貯蔵 <p>【石油精製部門での CO₂ 排出削減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塔頂蒸気再圧縮(蒸留塔) ・電力回収 ・触媒の改良 等 <p>【固定タービンからの N₂O 排出削減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流動床 <p>【その他の排出削減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・絶縁器の製造・利用プロセスでの SF₆ 排出削減対策
<p>対策による削減見通し</p>	<p>・2010 年までに計 252 百万t-CO₂ の温室効果ガスの排出削減が可能</p> <ul style="list-style-type: none"> - CO₂ 排出削減量: 236 百万t-CO₂ - メタン排出削減量: 0 t-CO₂ - N₂O 排出削減量: 15 百万t-CO₂ - フッ化ガス排出削減量: 1 百万t-CO₂ <p style="text-align: right;">(図 1 参照)</p>

図1 EUにおけるエネルギー供給部門からの温室効果ガス排出量の見通し

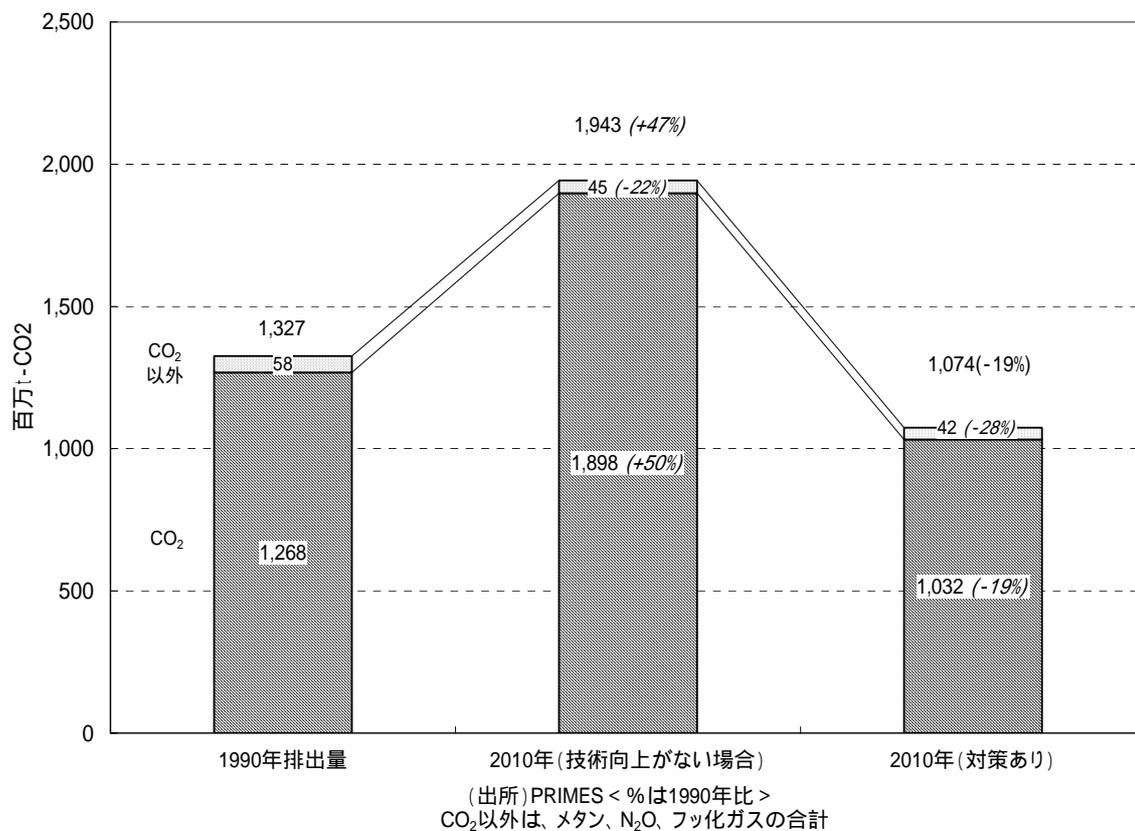


表1 エネルギー供給部門(再生可能エネルギーのみ)における潜在的排出削減量とコスト(EU15 カ国平均)

	対策	潜在的排出削減量	固有削減コスト d=2%	固有削減コスト d=4%	固有削減コスト d=6%	固有削減コスト (部門固有)
		百万 t-CO ₂	Euro/t-CO ₂			
CO ₂	バイオマス 3b: 固体バイオマスによる熱供給のみ	25	-42	-42	-41	-41
	バイオマス 1b: 固体バイオマスによるコジェネ	4	-38	-34	-30	-26
	バイオマス 2: 嫌気性消化によるコジェネ	4	-28	-23	-17	-11
	小計<固有削減コスト0以下>	33				
	陸上風力発電	30	-6	3	13	24
	小規模水力	2	-5	10	27	46
	大規模水力	15	-4	11	29	48
	バイオマス 3a: 木質起源による熱供給のみ	64	15	15	16	17
	小計<固有削減コスト0~20>	111				
	バイオマス 1a: 木質起源によるコジェネ	29	17	20	24	28
	小計<固有削減コスト20~50>	29				
	地熱発電	2	36	53	71	92
	洋上風力発電	18	69	88	109	131
	波力発電	2	84	118	158	201
	バイオマス 4a: エタノール	9	228	236	246	256
	バイオマス 4b: バイオディーゼル	24	287	299	312	326
	太陽光発電	1	235	308	388	475
	小計<固有削減コスト50以上>	56				
合計潜在排出削減量	229					

< 事務局注 >

上記表は、各種の対策による 2010 年の「潜在的排出削減量」とそのための「固有削減コスト」を示す。

また、上記対策の導入の結果、使用期間中の燃料や電力の使用量が減り、燃料費や電力代等が安くなること等から「固有削減コスト」がマイナス(収益)となるものもある。

固有削減コストは、「初期投資額 a」「年間コスト c」「耐用年数 l」「金利 d」を考慮して算出した各種の対策の現在価値での年間平均コスト(下記の計算式の考え方を基本とするものと推測される)。

$$\text{固有削減コスト} = \frac{\text{年平均化初期投資額} + c}{a}$$

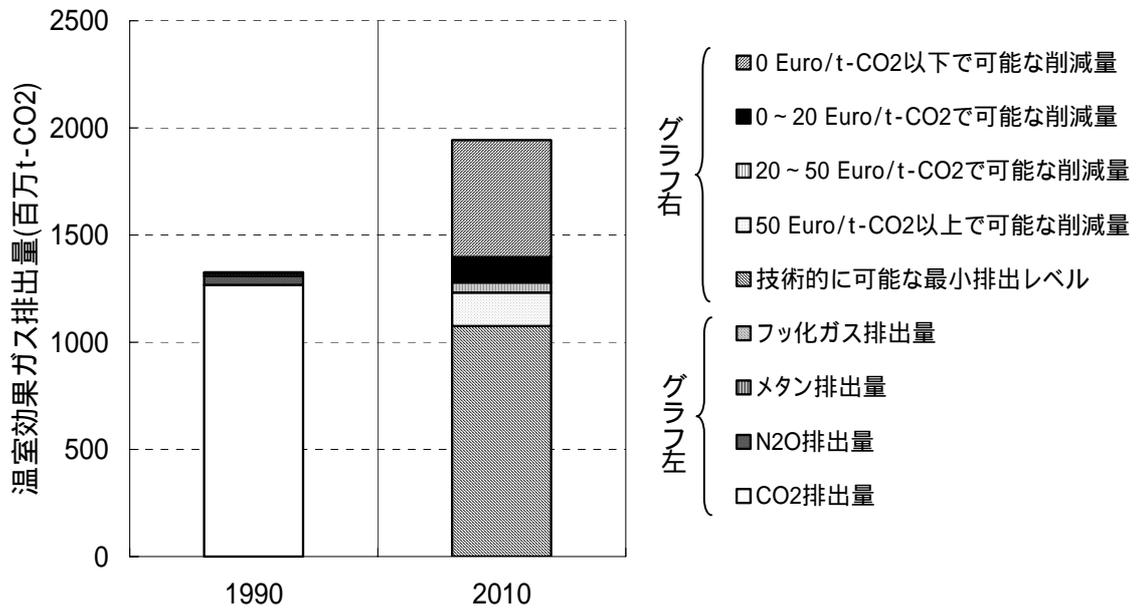
$$\text{年平均化初期投資額} = \frac{d}{(1 - (1 + d)^{-n})} \times i$$

「年間排出削減量 a」、「初期投資額 i」、「年間コスト c」等のデータは、作成機関が文献(大学、研究機関、国際機関等による)調査で収集。またデータが不足している対策については一定の仮定をおいて推測した。

表2 エネルギー供給部門(再生可能エネルギー-除く)における潜在的排出削減量とコスト(EU15 カ国平均)

	対策	潜在的排出削減量	固有削減コスト d=2%	固有削減コスト d=4%	固有削減コスト d=6%	固有削減コスト (部門固有)	
		百万 t-CO ₂	Euro/t-CO ₂				
CO ₂	製油所:塔頂蒸気再圧縮(蒸留塔)	6	-66	-66	-65	-65	
	製油所:電力回収(例:流動触媒層)	1	-53	-51	-49	-42	
	製油所:その他(低コスト方策)	6	-31	-29	-26	-17	
	複合ガス発電による設備代替	214	<0	<0	<0	<0	
	複合ガス発電による設備新設	286	<0	<0	<0	<0	
	小計<固有削減コスト0以下>	513					
	製油所:触媒改良(触媒再生)	4	0	0	0	0	
	コジェネ-食品・飲料・タバコ	1	-3	12	28	46	
	小計<固有削減コスト0~20>	5					
	コジェネ-製油所	6	6	25	44	65	
	コジェネ-住宅(小規模)	5	5	27	49	74	
	コジェネ-非鉄金属	0.1	5	27	49	74	
	コジェネ-エンジニアリング用品	0.5	5	27	49	74	
	コジェネ-その他産業	0.3	5	27	49	74	
	コジェネ-紙・パルプ	3	5	27	49	74	
	コジェネ-第三次産業-大規模	1	5	27	49	74	
	コジェネ-繊維	0.1	5	27	49	74	
	小計<固有削減コスト20~50>	17					
	CO ₂ 除去	50	46	50	54	59	
	製油所:その他(高コスト方策)	6	52	60	69	98	
	コジェネ-第三次産業-小規模	3	50	63	76	90	
	コジェネ-食品・飲料・タバコ(償却前設備への適用)	3	108	123	140	157	
	コジェネ-鉄鋼	1	113	131	150	171	
	コジェネ-化学	3	113	131	150	171	
	コジェネ-建材	0.1	113	131	150	171	
	コジェネ-住宅(大規模)	5	113	131	150	171	
	コジェネ-第三次産業-小規模(償却前設備への適用)	3	140	152	166	180	
	コジェネ-第三次産業-大規模(償却前設備への適用)	1	180	201	224	248	
	コジェネ-エンジニアリング用品(償却前設備への適用)	1	180	201	224	248	
	コジェネ-紙・パルプ(償却前設備への適用)	3	180	201	224	248	
	コジェネ-繊維(償却前設備への適用)	1	180	201	224	248	
	コジェネ-住宅-小規模(償却前設備への適用)	5	180	201	224	248	
	コジェネ-非鉄金属(償却前設備への適用)	0.3	180	201	224	248	
	コジェネ-その他産業(償却前設備への適用)	1	180	201	224	248	
	コジェネ-建材(償却前設備への適用)	0.2	200	218	238	258	
	コジェネ-住宅-大規模(償却前設備への適用)	5	200	218	238	258	
	コジェネ-化学(償却前設備への適用)	7	200	218	238	258	
	コジェネ-鉄鋼(償却前設備への適用)	2	200	218	238	258	
	コジェネ-第三次産業	1	190	227	267	310	
	コジェネ-第三次産業(償却前設備への適用)	1	361	398	438	481	
	小計<固有削減コスト50以上>	101					
	CO ₂ 以外	絶縁器からの SF ₆ の回収	1	3	3	3	3
		一酸化二窒素 燃焼プロセス 流動床アークバーナー	1	2	3	3	3
		一酸化二窒素 燃焼プロセス 流動床空気逆流	1	4	4	4	4
		小計<固有削減コスト0~20>	3				
小計<固有削減コスト0以下>	513						
小計<固有削減コスト0~20>	8						
小計<固有削減コスト20~50>	17						
小計<固有削減コスト50以上>	101						
合計潜在排出削減量	639						

図2 エネルギー供給部門における潜在的排出削減量



2. EUの産業部門のCO₂及びN₂O排出削減の経済性評価

排出量の現状	<ul style="list-style-type: none"> ・1990年のEUにおける産業部門からのCO₂排出量(1287百万t-CO₂)は、EUにおけるCO₂排出量全体の40%(温室効果ガスの30%)。CO₂以外の温室効果ガス排出量(209百万t-CO₂)は、全体の5%。 ・間接排出分(蒸気および発電からの排出分)は、産業部門からの排出量の60%。
技術向上がない場合の2010年の排出見通し	35%増(2007百万t-CO ₂) エネルギー効率の改善、他燃料へのシフト、産業部門内での製品シフトなどの諸策が実施されない場合
対策	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄鋼部門：連続鋳造、高炉での微粉炭利用の増加、高効率な装置の新設、コークス炉・高炉・転炉からのガス回収、低温熱量の効率的生産 など ・非鉄金属部門：一次アルミニウム精錬での側面電極炉の転換および垂直電極炉の改良 など ・化学・石油化学部門：デボトルネック(手直し増設)、プロセス統合、アシピン酸・硝酸利用での対策、分解炉での対策 など ・紙・パルプ部門：高効率な装置の新規設置、乾燥プロセスでの改善、湿度管理、TMP(加熱粉碎製紙法)での熱回収 など ・食品・飲料・タバコ部門：産業用食品冷蔵庫での炭化水素、アンモニアへの転換 など ・その他部門：ウレタン発泡剤生産プロセスでの代替HFCへの転換 など <p>(2010年以前に商業化される可能性が高い方策のみを考慮。産業部門内での製品シフトなど産業内の構造転換は考慮していない)</p> <p style="text-align: right;">(表3参照)</p>
対策による削減見通し	<ul style="list-style-type: none"> ・2010年までに、985百万t-CO₂の排出削減が可能 ・CO₂は905百万t-CO₂、メタンは3百万t-CO₂、N₂Oは47百万t-CO₂、フッ化ガスは31百万t-CO₂の排出削減が可能 <p style="text-align: right;">(図3参照)</p>

表3 EUにおける産業部門からのCO₂の直接および間接排出量の見通し

部門	1990年 燃料消費	1990年CO ₂ 排出量			2010年CO ₂ 排出量 (技術向上がない場合)
		直接排出量	間接排出量	総排出量	
	EJ	百万t	百万t	百万t	百万t
製鉄	2.3	198	48	246	266
非鉄金属	0.5	16	33	50	68
化学	2.0	38	217	254	420
建材	1.5	204	28	232	276
紙・パルプ・印刷	1.0	10	124	135	218
食品・飲料・タバコ	0.9	11	96	107	166
その他	1.0	104	160	264	374
合計	9.3	581	706	1,287	1,789

図3 EUにおける産業部門からのCO₂、メタン、N₂O及びフッ化ガス排出量の見通し
< %は1990年比 >

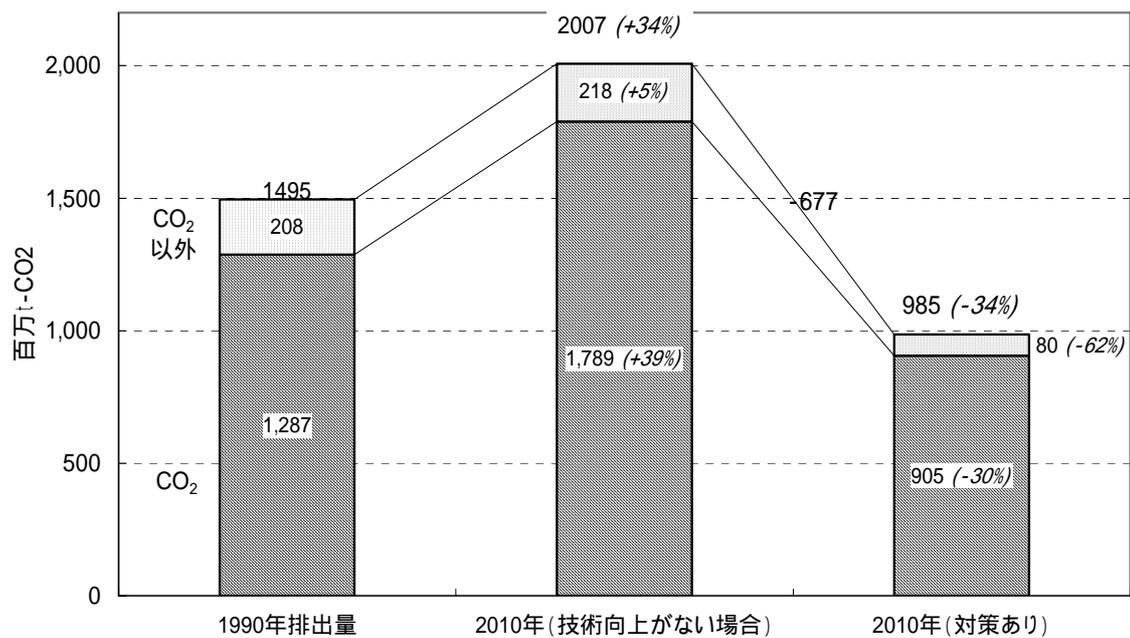


表4 産業部門における潜在的排出削減量とコスト(EU15 各国平均)

	対策	部門	潜在的排 削減量 a	初期投資 額 i	年間 コスト c	耐用年数 l	固有削減 コスト
			百万 t-CO ₂	Euro/t-CO ₂		年	Euro/ t-CO ₂
CO ₂	連続鋳造の活用	一貫製鉄所	1	557	-280	15	-230
	プロセス管理の改善	ミニミル	2	284	-274	15	-76
	その他	石油化学	0.5	187	-92	15	-75
	デボトルネッキング(手直し増設)	石油化学	6	187	-92	15	-75
	その他(低コスト方策)	パルプ	2	200	-47	15	-67
	その他(高コスト方策)	パルプ	2	1973	-271	15	-58
	プロセス統合(例:ピンチ効果応用技術の活用)	石油化学	0.3	187	-54	15	-56
	セラミック - 新設	窯業	3	0	-71	15	-54
	その他(低コスト方策)	その他	54	200	-47	15	-53
	省電力	ガラス	0.2	1151	-271	15	-50
	分留時の各種対策	石油化学	0.3	469	-92	15	-50
	その他(低コスト方策)	その他化学	38	200	-47	15	-49
	食品・飲料・タバコ その他1(低コスト方策)	その他食品	20	216	-66	15	-49
	その他	窯業	11	187	-92	15	-47
	ガラス - 新設	ガラス	0.4	0	-51	15	-45
	その他 - 建材	その他建材	6	188	-63	15	-44
	原料中のカレット比率の引き上げ	ガラス	1	0	-44	15	-44
	紙 - 新設	製紙	8	0	-45	15	-43
	省電力	セメント	1	1151	-271	15	-39
	セメント - 新設	セメント	5	0	-41	15	-38
	プロセス統合(例:ピンチ効果応用技術の活用)	肥料	0.1	187	-54	15	-37
	食品・飲料・タバコ - その他2(高コスト方策)	その他食品	28	532	-62	15	-35
	その他1(低コスト方策)	製紙	14	200	-47	15	-35
	セメント中のクリンカー比の削減	セメント	1	0	-34	15	-34
	湿式プロセス・キルンの改良	セメント	2	0	-34	15	-34
	廃棄物燃料の使用	セメント	3	7	-34	15	-33
	クリンカー冷却装置の熱回収の最適効率化	セメント	1	29	-34	15	-31
	高炉での微粉炭注入比率を30%まで引上げ	一貫製鉄所	1	200	-48	15	-30
	効率的な二酸化炭素分離(例:膜の使用)	肥料	0.03	281	-54	15	-29
	乾燥法の改善 例:ベルト乾燥の高密化	製紙	1	52	-30	15	-28
	その他2(高コスト方策)	製紙	11	667	0	15	-26
	分解炉 各種オプション	石油化学	0.2	750	-90	15	-23
	その他2(高コスト方策)	その他	54	667	0	15	-22
	その他	砂糖	4	187	-92	15	-12
	その他非鉄金属 - その他	非鉄	10	385	-46	15	-11
	バッチおよびカレットの予熱	ガラス	1	269	-35	15	-11
	その他2(高コスト方策)	その他化学	33	667	0	15	-11
	多段階予熱及び予備焼成の活用	セメント	0.2	673	-70	15	-10
	高密度プレス 例:拡張ニップ圧(製紙)	製紙	5	267	-20	15	-9
	効率的な蒸発プロセスの活用	乳製品	1	567	-31	15	-8
空気条件の緩和 例:製紙装置の乾燥フードにおける湿度管理	製紙	6	361	-21	15	-6	
小計<固有削減コスト0以下>			334				

表4 産業部門における潜在的排出削減量とコスト(EU15 カ国平均)(つづき)

	対策	部門	潜在的排 削減量 a	初期投資 額 i	年間 コスト c	耐用年数 l	固有削減 コスト	
			百万 t-CO ₂	Euro/t-CO ₂		年	Euro/ t-CO ₂	
CO ₂	統合炉 新設	一貫製鉄所	2	0	0	15	0	
	電気アーク炉における屑鉄の予熱(電炉製品)	ミニミル	0.3	0	0	15	0	
	電気アーク炉での酸素注入(電炉製品)	ミニミル	1	0	0	15	0	
	ミニミル(新設)	ミニミル	15	0	0	15	0	
	水銀及びダイヤフラム・プロセスの膜電解への変更	その他化学	6	0	0	15	0	
	その他1(低コスト方策)	鉄鋼	12	200	-47	15	2	
	リファイナー(摩砕機)の改良	パルプ	1	752	-30	15	2	
	溶解技術および炉設計の改善	ガラス	1	366	-29	15	4	
	低圧アンモニア合成	肥料	0.01	469	-37	15	5	
	肥料(新設)	肥料	0.2	469	-37	15	5	
	ガスタービンの統合	肥料	0.2	750	-56	15	11	
	小計<固有削減コスト0~20>			38				
	TMP(加熱粉碎製紙法)での熱回収	パルプ	7	79	30	15	31	
	薄板鑄造技術	鉄鋼	1	802	-39	15	33	
	コークス炉、高炉、転炉からのガス回収	一貫製鉄所	1	347	5	15	36	
	その他2(高コスト方策)	鉄鋼	11	667	0	15	47	
	小計<固有削減コスト20~50>			20				
	高度な改質(リフォーミング)	肥料	0.1	1218	-45	15	65	
	ホール・エルー法の改良(アルミナ・ポイント供給、コンピューター制御など)	アルミ精錬	0.5	6330	-274	15	72	
低温熱の効率的生産(高温プロセスからの熱回収)	一貫製鉄所	2	1694	-18	15	135		
含浸カソード	アルミ精錬	0.4	18086	-274	15	328		
小計<固有削減コスト50以上>			3					
N ₂ O	産業プロセスでのアスピリン酸	化学	66	232	24	15	0.1	
	産業プロセスでの硝酸	化学	22	238	106	15	0.4	
	小計<固有削減コスト0~20>			89				
HFC	業務用冷蔵庫:炭化水素、アンモニアへの転換	食品・飲料・タバコ	1	36	-12	-9	-9	
	小計<固有削減コスト0以下>			1				
	副生物としての HFC-23:熱酸化処理	化学	7	1	0.1	15	0.2	
	ウレタン発泡剤-注入成型用:炭化水素への転換	その他	3	4	0	15	0.4	
	ウレタン発泡剤-パイプ用:ペンタンへの転換	その他	0.1	27	0	15	2	
	産業用食品冷蔵庫:炭化水素、アンモニアへの転換	食品・飲料・タバコ	2	164	-12	15	3	
	スチレン発泡剤:二酸化炭素への転換	その他	6	11	5	15	6	
	噴霧器:炭化水素への転換	その他	2	85	3	15	10	
	ウレタン発泡剤-スプレー用:水への転換	その他	1	6	18	15	18	
	小計<固有削減コスト0~20>			23				
	ウレタン発泡剤-軟質フィルム用:ペンタンへの転換	その他	1	11	20	15	21	
	ウレタン発泡剤-非連続パネル用:ペンタンへの転換	その他	1	45	23	15	27	
	ウレタン発泡剤-ブロック用:ペンタンへの転換	その他	1	104	18	15	27	
	ウレタン発泡剤-連続パネル用:ペンタンへの転換	その他	0.2	13	31	15	32	
	小計<固有削減コスト20~50>			2.6				
ウレタン発泡剤-機器用:ペンタンへの転換	その他	0.2	107	54	15	63		
小計<固有削減コスト50以上>			0.2					
PFC	一次アルミニウム精錬:側面電極炉の転換	非鉄金属	5	39	-6	15	-2	
	半導体製造:エッチング材の代替	その他	1	0	0	15	0.0	
	一次アルミニウム精錬:垂直電極炉の改良	非鉄金属	0.3	39	-3	15	1	
	半導体製造:CVD 装置洗浄剤の変更	その他	10	49	23	15	28	
	半導体製造:エッチング材の酸化処理	その他	3	79	71	15	79	
小計<全固有削減コスト>			20					
SF ₆	マグネシウム製造:保護ガスの SO ₂ への転換	非鉄金属	3	4	0	15	0.3	
	小計<固有削減コスト0~20>			3				

表4 産業部門における潜在的排出削減量とコスト(EU15 カ国平均)(つづき)

< 固有削減コスト0以下 >	340	
< 固有削減コスト0～20 >	153	
< 固有削減コスト20～50 >	33	
< 固有削減コスト50以上 >	6	
合計潜在排出削減量	533	

< 事務局注 >

表4は、各種の「対策」による「潜在的排出削減量 a」とそのための「初期投資額 i」を示す。

また、上記「対策」導入の結果、使用期間中の燃料や電力の使用量が減り、燃料費や電力代等が安くなること等から「年間コスト c」はマイナス(収益)となるものもある。

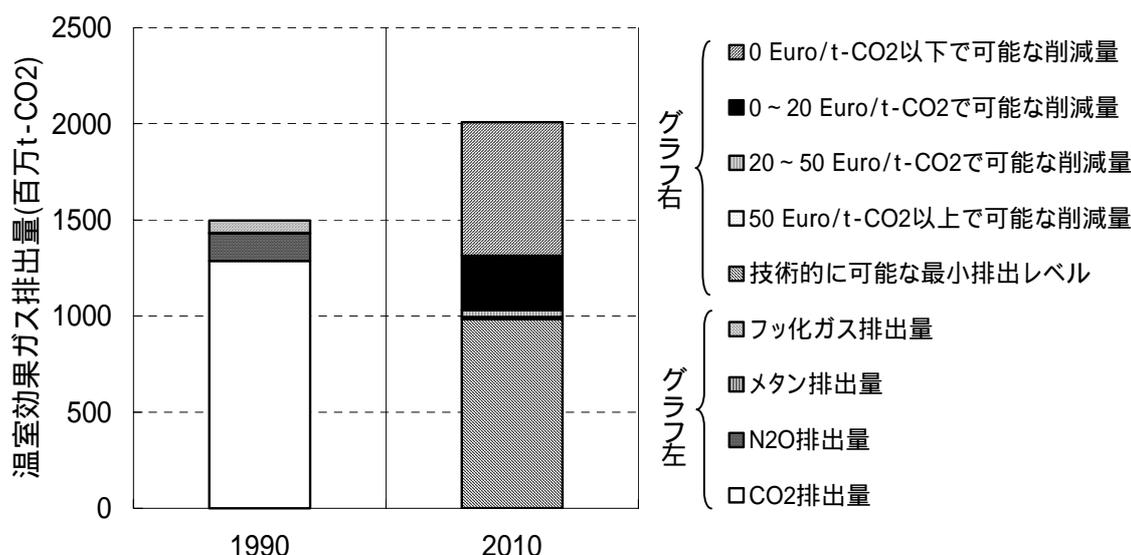
その結果「初期投資額 i」「年間コスト c」「耐用年数 l」を用いて、金利 d を4%と仮定して算出した各種の「対策」の現在価値での平均コストを示す「固有削減コスト(下記の計算式により算出)」は、マイナス(収益)となるものもある。

$$\text{固有削減コスト} = \frac{\text{年平均化初期投資額} + c}{a}$$

$$\text{年平均化初期投資額} = \frac{d}{(1 - (1 + d)^{-n})} \times i$$

「年間排出削減量 a」、「初期投資額 i」、「年間コスト c」等のデータは、作成機関が文献(大学、研究機関、国際機関等による)調査で収集。またデータが不足している対策については一定の仮定を置いて推測した。

図4 産業部門における潜在的排出削減量



[http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/climate_change/sectoral_targets.htm]