

温室効果ガス削減技術シナリオ 策定調査検討会報告書概要

平成 13 年 3 月

我が国では、1990 年(平成 2 年)に「地球温暖化防止行動計画」を策定し、二酸化炭素排出量を「2000 年以降 1990 年レベルで安定化させる」という目標を達成するため、各種の温室効果ガス削減対策を推進してきた。しかし、1998 年における二酸化炭素排出量は 1990 年に比べて既に 5.6 % 増加しており、2000 年の達成は極めて困難な状況にある。一方、1997 年(平成 9 年)に京都で開催された気候変動枠組条約第 3 回締約国会議(COP3)において京都議定書が採択され、我が国は、温室効果ガス排出量を基準年^{*)}に比して 6 % 削減することを約束した。政府の地球温暖化対策推進本部は、これを受け 1998 年(平成 10 年)に「地球温暖化対策推進大綱」を策定し、各部門ごとに取り組むべき具体的対策と削減目標量を明らかにして取組を進めてきている。しかし、個々の対策を具体的に推進する制度、資金等が十分整備されている状況ではない。

そこで、平成 12 年 9 月に環境庁(当時)において、「温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会」を設置し、以下のような検討を行った。

^{*)} 基準年は、二酸化炭素、メタン及び一酸化二窒素については 1990 年
HFC、PFC 及び SF₆ については 1995 年

検討会報告のポイント

1. 検討内容

1990 年以降の排出量増減の要因分析

これまでに決定した政策・対策を実施した場合の、2010 年時点の削減見込み量(計画ケース)

追加的な対策技術について、その導入のための資金的、社会的、制度的な制約条件をある程度捨象した場合の、2010 年時点における技術的観点からの削減ポテンシャル

2. 計画ケースの推計結果

計画ケースの 2010 年の排出量は、基準年の排出量に比べれば、プラス 5 % (ケース 1: 原子力発電所が新たに 13 基設置された場合) からプラス 8 % (ケース 2: 同じく 7 基設置された場合) の増加となる。

3. 削減ポテンシャル量の推計結果

追加的な対策技術について、その導入のための資金的、社会的、制度的な制約条件をある程度捨象した場合の、2010 年時点における技術的観点からの削減ポテンシャル量を加味した排出量は、基準年の排出量に比べケース 1 でマイナス 4 % からマイナス 13 %、ケース 2 でマイナス 1 % からマイナス 10 % と推計される。

1. 温室効果ガス排出量と削減量の算定方法

本検討では、排出量、削減量等の算定については、透明性、検証可能性を確保することに留意して検討・整理した。

ケース設定は、2001年11月末までに条約事務局に提出することとなっている第3回国別報告書の作成のためのガイドラインを参考(図1参照)とし、表1のように設定した。

表1 ケース設定

名称	基本的な考え方	具体的な設定方法
固定ケース	起点となる年までに導入されている政策・対策の効果を考慮し、それ以降は新たな政策・対策の効果がないとした場合の将来予測。ガイドラインの"Without measures"に相当。	各技術の普及状況、または、買い換え時に新規に導入される技術の効率(排出係数やエネルギー消費原単位等)を起点の年のまま一定として設定。
計画ケース	現時点までに決定された確実性の高い政策・対策の実施を前提とした将来予測。ガイドラインの"With measures"に相当。	現状の政策・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想定して設定するケース。
強化ケース	更なる政策・対策が追加された場合の将来予測。ガイドラインの"With additional measures"に相当。	政策・対策が強化された場合の将来の各技術の普及状況と効率等を想定して設定するケース。

また、温室効果ガスは、様々な社会経済活動に伴って排出されるものであるため、その将来の排出量を推計するにあたっては、主要な社会経済活動についての想定として、主として関係省庁で発表している将来予測等を参考として、表2のとおり設定した。

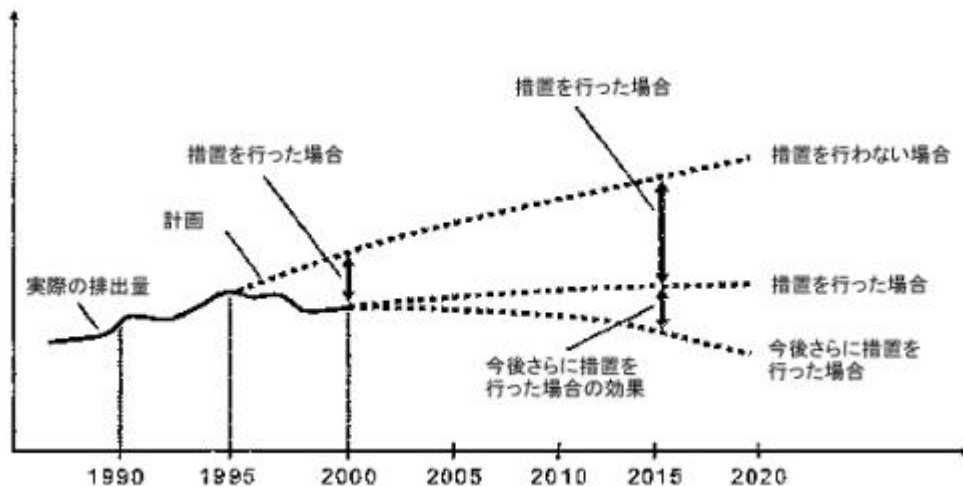


図1 温室効果ガスの排出に関する計画(出典:国連気候変動枠組条約国別報告書の作成ガイドライン)

表2 関連する活動量のシナリオ

項目名		1990年 実績値	2010年 想定値	単位等	2010/1990
国内総生産		430	593	兆円	1.38
年平均経済成長率 2.0% (2001-2010)					
人口		123,611	127,623	千人	1.03
原子力発電の 将来設備量	ケース1	3,148	6,185	万kW	1.96
	ケース2	3,148	5,325	万kW	1.69
ケース1：13基増設、ケース2：7基増設					
素材製品生産量	粗鋼	11,171	9,651	万t	0.86
	エチレン	581	666	万t	1.15
	セメント	8,943	8,279	万t	0.93
	紙板紙	2,809	3,374	万t	1.20
水田作付け面積		2,050	1,860	千ha	0.91
家畜飼養頭数	乳用牛	207	180	万頭	0.87
	肉用牛	280	317	万頭	1.13
	豚	1,134	929	万頭	0.82
世帯数		40,670	49,142	千世帯	1.21
住宅着工件数		167	約100	万戸	0.60
業務用延床面積		1,377	2,034	百万m ²	1.48
旅客輸送量	自動車	685	892	10億人・km	1.30
	鉄道	387	400	10億人・km	1.03
	船舶・航空機	58	107	10億人・km	1.84
旅客用自動車保有台数		35,394	61,086	千台	1.73
貨物輸送量	自動車	274	310	10億t・km	1.13
	鉄道	27	26	10億t・km	0.96
	船舶・航空機	246	238	10億t・km	0.97
貨物用自動車保有台数		21,841	20,269	千台	0.93
廃棄物排出量	一般廃棄物	5,044	5,000	万t	0.99
	産業廃棄物	39,500	48,000	万t	1.22

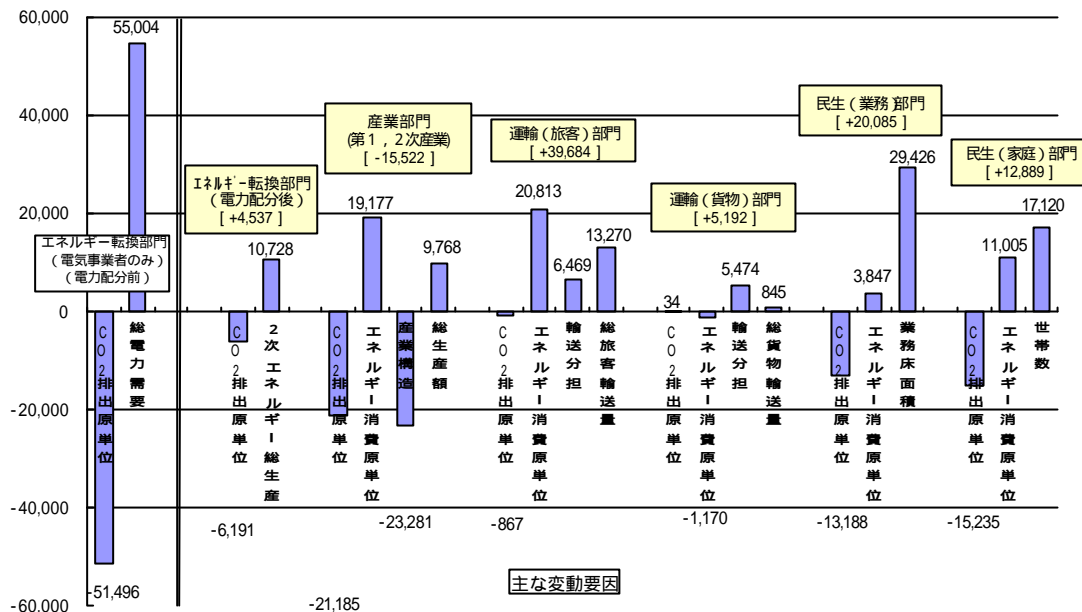
上記項目のうち、大綱策定時には原子力発電所の増設数を20基としたが、今回は13基(ケース1：平成12年度電力供給計画によるもの)と7基(ケース2：電源開発調整審議会の答申によるもの)の2ケースを想定して算定結果を示した。また、自動車の旅客輸送量の想定が、今回は大綱策定時と比べて24%少なくなっており、これにより概算で基準年の約3.3%相当分の排出量が減少すると推計される。

2. 温室効果ガス排出量増減とその要因分析

1990年度から1998年度までの8年間でエネルギー起源の二酸化炭素の総排出量は、66,874千トン(1990年比6.4%増)増加した。部門別の内訳をみると、運輸部門(44,372千トン増)、民生部門(32,974千トン増)が増加に大きく寄与しているのに対し、産業部門(15,521千トン減)は減少している。

各部門の増減要因は、図2に示すとおりである。これによると、業務用床面積や世帯数の増加の他、運輸、産業部門等のエネルギー消費原単位の増大により排出量が増加した一方、電力の二酸化炭素排出係数の改善、産業構造変化が排出量の減少に寄与している。

増減 [千トン CO₂]

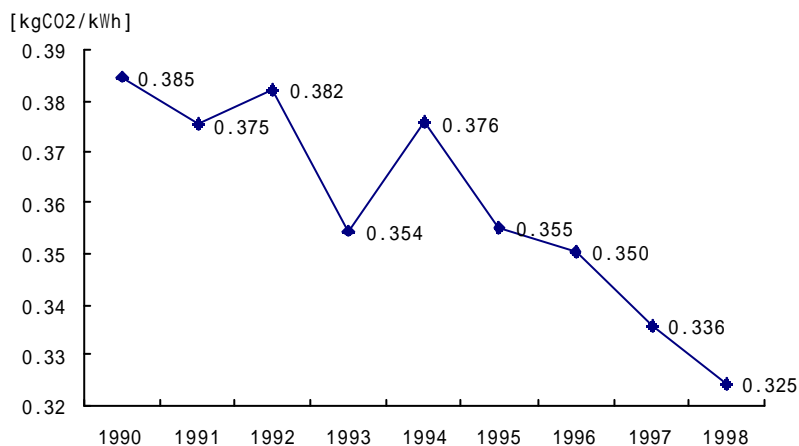


(注1) 1990年から1998年の間で二酸化炭素は66,874千トン CO₂ 増加した(対90年比6.4%増)。各部門の増減量は []の中に示した。
 (注2) 各部門の要因分析によって生ずる交絡項は省略しているため、各部門の要因毎の増減値の合計と各部門の増減量とは一致しない。
 (注3) 産業部門の産業構造項は、第1、2次産業の総生産額に占める各業種の割合で表される。生産額項は、第1、2次産業の総生産額。
 (注4) 各部門のエネルギー効率項は、需要要因項総生産額、総旅客輸送量、総貨物輸送量、業務床面積、世帯数当たりのエネルギー消費量で表される。

図2 エネルギー起源の二酸化炭素排出量の増減要因 (1990-1998年度)

(1) エネルギー転換部門

1990年以降のCO₂排出原単位(単位発電量当たりのCO₂排出量)は改善されており、電力消費に伴う排出量削減に寄与している。



(資料) 環境省「温室効果ガスの排出・吸収目録(インベントリ)」
 電気事業連合会「電磁気業便覧」より算出

図3 一般電気事業者及びその他電気事業者のCO₂排出原単位の推移

(2) 産業部門

産業部門の排出量は減少したが、これは産業構造変化とCO₂排出原単位の改善による減少分が大きく寄与しており、逆にエネルギー消費原単位は悪化している。

これは、1980年代半ば以降のエネルギー価格の低迷で、この10年間、期待された省エネ設備の導入が進んでおらず、多くの業種で1990年代にむしろエネルギー消費原単位が増大していることによると考えられる。

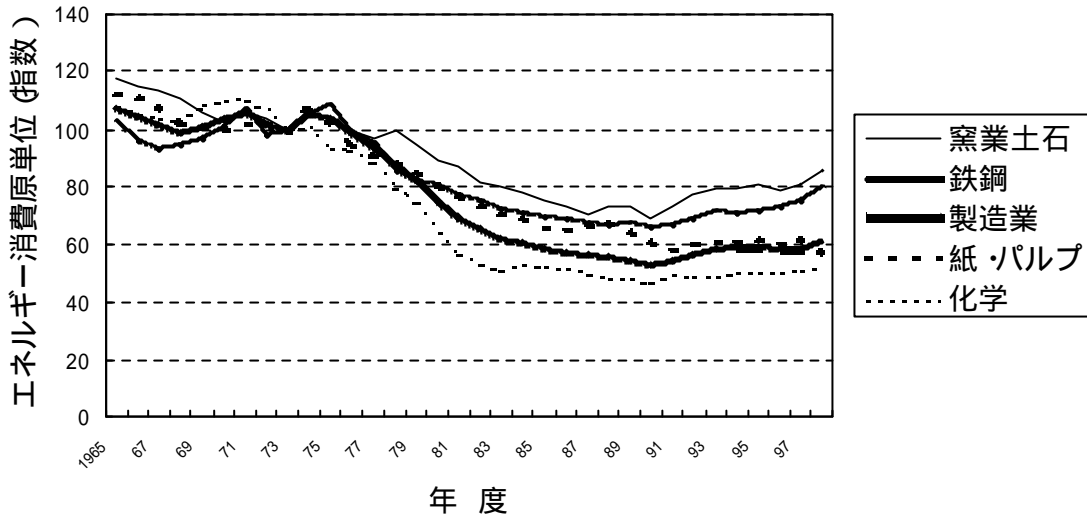


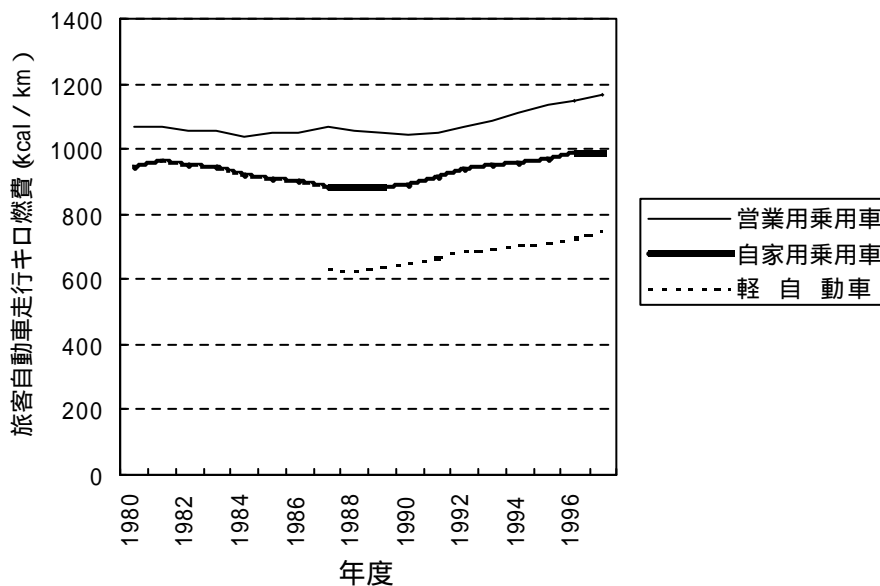
図4 製造業全体と主要4業種のエネルギー消費原単位の推移 [1973年を100とする]

注) エネルギー消費量は、IIP(付加価値額ウエイト生産指数)当たりのエネルギー消費量。

(出典:「エネルギー・経済統計要覧 2000」日本エネルギー経済研究所)

(3) 運輸部門

運輸部門のうち旅客部門の増加が著しいが、主として自家用自動車分が増加しており、特に自動車の大型化、渋滞等による実走行燃費の悪化等のためエネルギー消費原単位が悪化したこと、旅客輸送量が増加したことによる。



また、貨物部門も増加しており、その要因は、海運や鉄道など輸送量当たりの排出量の少ない輸送手段から自動車・航空という排出量の大きい輸送手段にシフトしたことによる。

図5 旅客自動車走行キロ燃費の推移 (出典:「運輸関係エネルギー要覧」運輸省より作成)

(4) 民生部門

民生部門のうち、業務部門では、産業構造の変化による業務部門床面積の増加によって急増している。また、家庭部門では、単身世帯の増加や核家族化等による世帯数の増加によって増加しており、電力消費機器の増加を背景とした1世帯当たりのエネルギー消費の増加も排出量の増加に寄与している。

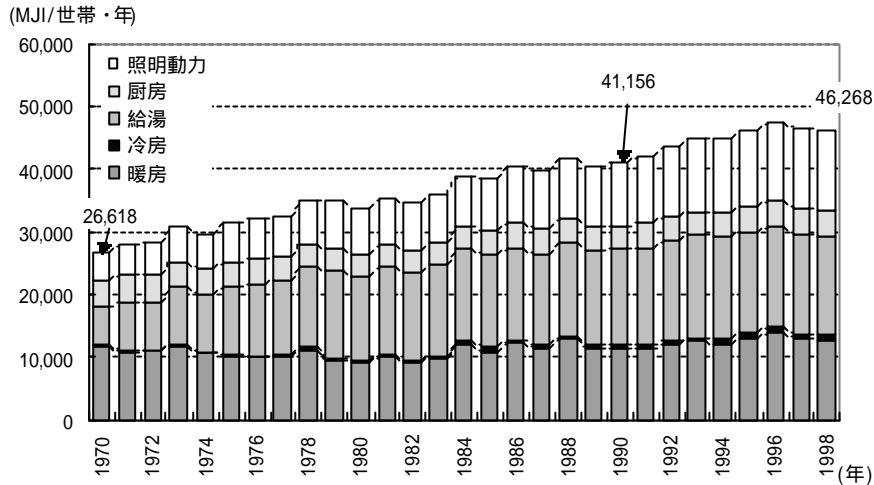
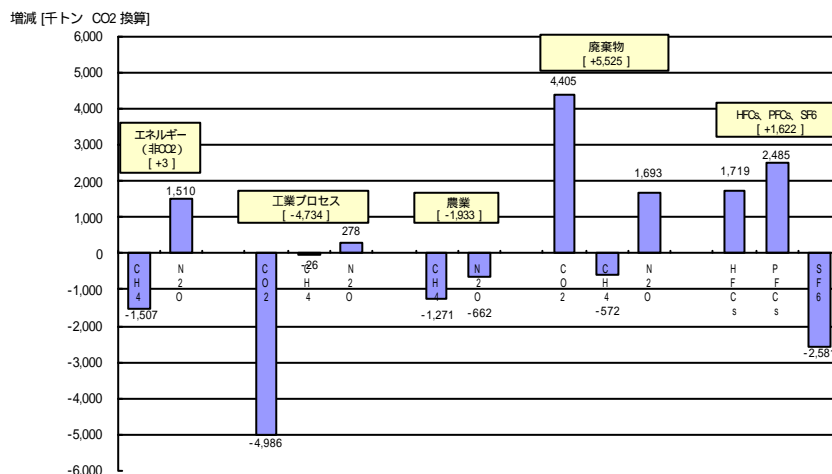


図6 民生家庭部門における1世帯あたりエネルギー消費量の推移

(出典「家庭用エネルギー統計年報 平成12年版」住環境計画研究所、平成12年3月)

(5) 非エネルギー起源のCO₂及びその他の温室効果ガス

非エネルギー起源の二酸化炭素については、工業プロセスにおけるCO₂排出量が大きく減少していることが顕著であるが、これは主にセメント製造工程からの排出量が減少したことに起因している。また、廃棄物の焼却に伴うCO₂については著しい伸びを示している。



(注1)1998年度のエネルギー起源のCO₂以外のGHGs排出量(「土地利用、土地利用変化および林業」を除く)は基準年比で547[千トンCO₂換算]増加した(対基準年比0.26%増)各部門の増減量は[]の中に示した。

(注2)「土地利用、土地利用変化および林業」部門は、1995年度以降温室効果ガス排出・吸収目録に計上されていないため除いてある。

(注3)エネルギー(非CO₂)は燃料の燃焼に伴うCH₄、N₂Oの排出および、燃料の漏出に伴うCH₄排出が含まれる。

(注4)CO₂、CH₄、N₂Oの基準年は1990年度。HFCs、PFCs、SF₆の基準年は1995年度とし、潜在排出量で示した。

図7 非エネルギー起源の二酸化炭素及びその他の温室効果ガス排出量の増減

(基準年～1998年度)

その他の温室効果ガスのうち、HFC については、オゾン層破壊物質である CFC、HCFC の代替物質として、冷媒、発泡剤、エアゾール、溶剤・洗浄剤と幅広い用途において用いられ、近年生産が増大している。PFC については、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いる。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械器具に使用され、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、使用量が増大している。

3. 2010年の排出量予測

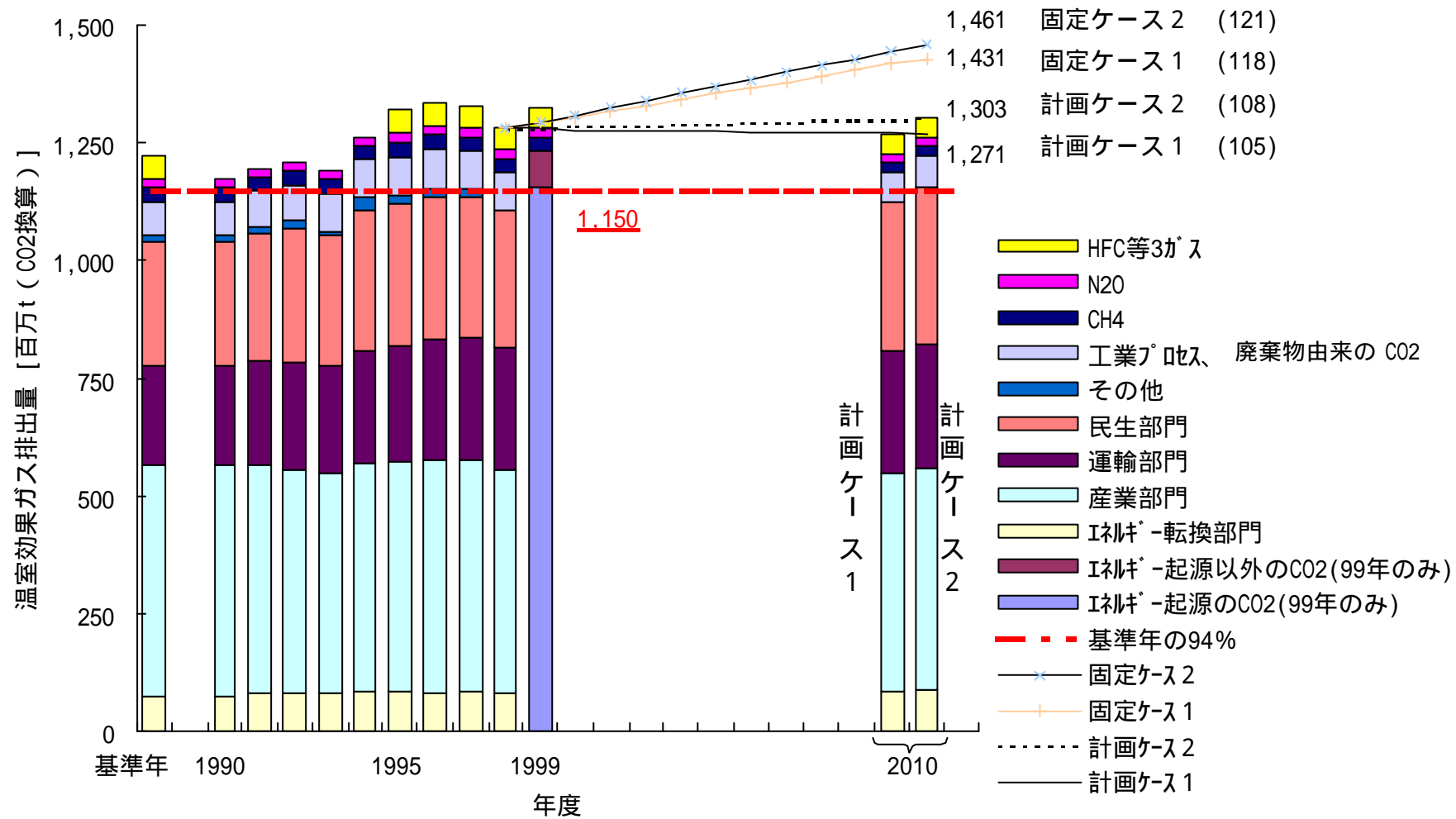
各部門における固定ケース、計画ケースについて、2010年の排出量予測を行ったところ、基準年の排出量を100とすると1998年の総排出量は106であり、固定ケースでは、2010年には120、計画ケースでは105(ケース1)、108(ケース2)となった。したがって、京都議定書で我が国に課せられた6%削減の目標を達成するためには、計画ケースからさらに、吸収源の活用及び京都メカニズムの活用も含めて11~14%相当分の追加的対策が必要であるということになる。

表3 2010年の排出量予測結果 (単位:百万トンCO₂)

	基準年	1998	固定ケース1	計画ケース1	固定ケース2	計画ケース2	
エネルギー起源の 二酸化炭素	1,043	1,111 (107)	1,234 (118)	1,124 (108)	1,263 (121)	1,157 (111)	
電力配 分前	エネルギー 転換部門	339	348 (103)	408 (120)	341 (100)	438 (129)	373 (110)
	産業部門	377	369 (98)	387 (103)	372 (99)	387 (103)	372 (99)
	運輸部門	204	259 (127)	275 (135)	257 (126)	275 (135)	257 (126)
	民生部門	123	135 (109)	164 (132)	154 (125)	164 (132)	154 (125)
電力配 分後	エネルギー 転換部門	76	82 (109)	92 (121)	83 (109)	95 (126)	87 (114)
	産業部門	495	469 (95)	501 (101)	464 (94)	510 (103)	474 (96)
	運輸部門	210	265 (126)	281 (134)	262 (124)	281 (134)	262 (125)
	民生部門	262	295 (112)	360 (137)	316 (121)	376 (144)	334 (127)
非エネルギー起源 二酸化炭素	68	76 (113)	70 (104)	65 (96)	70 (104)	65 (96)	
メタン	27	24 (88)	25 (91)	23 (85)	25 (91)	23 (85)	
一酸化二窒素	20	21 (105)	18 (90)	18 (87)	18 (90)	18 (87)	
HFC等3ガス	51	46 (90)	84 (165)	40 (79)	84 (165)	40 (79)	
合計	1,210	1,279 (106)	1,431 (118)	1,271 (105)	1,461 (121)	1,303 (108)	

(注1) 下段の()内は、基準年を100とした時の割合を示す。

(注2) HFC等3ガスは潜在排出量で示す。



(注) HFC等3ガスは基準年を1995年とすることができるため、1990年～1994年までの排出量にHFC等3ガスの排出量は加えていない。また、1995年以降は、実排出量により算定している

図8 温室効果ガス排出量の将来予測

4. 2010年の削減ポテンシャル

資金的、社会的、制度的な制約条件をある程度捨象した場合の、2010年時点における技術的観点からの削減ポテンシャルは、各対策別に次のとおりとなった。

(「低位水準」「高位水準」については10ページの注2参照)

表5 エネルギー転換部門

検討対象とした対策	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位水準	高位水準
風力発電量の導入促進	3,011	7,715
廃棄物発電の導入促進	5,448	13,959
原子力発電利用率の向上 (石炭火力発電量の削減)	22,600	25,400
火力発電の燃料転換 (石炭からLNG)	1,761	8,806
合計	32,819	55,880

表6 産業部門

検討対象とした対策	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位	高位
生産工程の省エネ 主要4業種(工程固有技術) 業種横断技術(コージェネレーション) 業種横断技術(コンバインド) その他省エネ対策	0 -904 1,300 3,867	0 8,667 1,300 12,569
資源の有効利用 (廃プラ有効利用) 電炉シェアの向上 高炉セメント等利用拡大 エコセメント利用拡大	(2,450) 2,260 2,910 760	(6,950) 4,530 2,910 1,520
その他 小型分散エネルギーシステム 燃料転換	-78 5,170	3,069 10,340
非製造業 農業	96	246
合計	17,831	52,102

表7 運輸部門

検討対象とした対策	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位水準	高位水準
排出原単位の削減 実走行燃費の改善 (低公害車の一層の普及を含む) 購入車両の小型車化 (乗用車 軽乗用車) 都市部での自動車走行環境の改善	6,750 1,600 2,850	6,750 3,250 6,500
自動車走行需要の他への転換 公共交通機関の活用 トラック輸送から鉄道・船舶輸送 への転換(モーダルシフト)	1,350 300	5,400 300
自動車走行需要の抑制 テレワーク、テレビ会議の推進 貨物の輸送効率の改善 (積載率の向上)	1,000 3,800	2,000 7,700
合計	17,650	31,900

表8 民生部門

検討対象とした対策	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位水準	高位水準
家庭部門		
内炎式ガステーブル	750	750
潜熱回収型給湯器	2,210	2,210
ヒートポンプ給湯器	2,200	-300
太陽熱温水器・ソーラーシステム	1,500	1,500
住宅の次世代省エネルギー基準の義務化	1,072	1,122
制御による省エネ	3,072	7,872
待機電力の削減	928	2,378
マンションコージェネ	2	52
サマータイムの導入	452	1,252
家庭部門計	12,186	16,836
業務部門		
非常口高輝度誘導灯	107	274
ビルのエネルギー管理システム	2,394	5,054
給湯器にエコマイガ-導入	246	246
潜熱回収型温水ボイラー	242	242
コージェネレーション導入(100kW未満)	209	209
高効率コージェネレーション	547	547
エレベータの省エネルギー	183	468
超高効率変圧器導入	770	1,972
太陽熱温水器導入	91	91
太陽光発電導入	34	87
業務部門計	4,824	9,192
民生部門計	17,010	26,028

表9 HFC等3ガス部門

	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位水準	高位水準
HFC合計	7,106	14,915
PFC合計	3,068	5,981
SF6合計	2,738	3,026
合計	12,911	23,922

表10 生物資源等部門

検討対象とした対策	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位水準	高位水準
農業 家畜の消化管内発酵(生産性の改善等)	663	709
家畜の糞尿処理(処理方法の変更)	1,711	2,721
稲作(水管理方法の変更)	1,147	2,372
施肥(局所施肥)	20	98
農業廃棄物の焼却	0	0
廃棄物 埋立(リサイクル等)	566	741
下水処理(処理方法の変更)	271	375
焼却(リサイクル等)	1,858	2,440
合計	6,234	9,456

表11 生物資源等部門の間接効果

検討対象とした対策	温室効果ガス排出削減量 [千トンCO2]	
	低位水準	高位水準
農業(畜産廃棄物のエネルギー利用)	2,391	8,324
木質バイオマスの利用	3,131	4,804
都市の木質廃棄物	0	0
製材工場等の残廃材	703	692
除間伐材・林地残材	2,428	4,111
廃棄物(消化ガス[下水]発電)	24	401
その他		
都市緑化	1	3以上
屋上緑化	1	181以上
合計	5,548	13,712

表 12 2010 年の部門別削減ポテンシャル

対象部門	温室効果ガス削減ポテンシャル					
	直接排出分削減量 [百万トンCO2]		電力消費削減量 [10^9kWh]		総削減量 [百万トンCO2]	
	低位	高位	低位	高位	低位	高位
エネルギー転換部門	24	34	26	26	33	56
産業部門	9	24	27	35	18	52
運輸部門	18	32			18	32
民生家庭部門	9	9	9	9	12	17
民生業務部門	2	2	9	9	5	9
HFC等3ガス部門	13	24			13	24
生物資源等部門	6	9			6	9
間接効果	5	10	2	4	6	14
合計	86	144	74	84	110	213

(注1)削減ポテンシャルは 2010 年の計画ケースで想定された状況における潜在的な最大削減可能性を推計したものであり、不確定要素が多く、推計値にある程度の幅を持って示さざるを得ないため、直接排出分削減量と電力消費削減量については、その上限を「高位水準」、下限を「低位水準」として示している。

(注2)総削減量の「低位水準」と「高位水準」は、直接排出分の低位水準と高位水準のそれぞれに対して、電力消費削減量の低位水準と高位水準の換算値を加えた数値を示している。なお、電力消費削減量の「低位水準」については全電源平均排出係数、「高位水準」については石炭火力排出係数を用いて換算を行っている。

各部門で見積もった削減ポテンシャルを含めて排出量を算定した結果を表 13 に示す。

計画ケース 1 では、低位水準の場合、総排出量は 11 億 6,100 万トンとなり、基準年の排出量に対して 4 % 減となる。また、高位水準の場合の総排出量は 10 億 5,800 万トンであり、基準年の排出量に対して 13 % 減である。

計画ケース 2 では、低位水準の場合、総排出量は 11 億 9,300 万トンとなり、基準年の排出量に対して 1 % 減となる。また、高位水準の場合の総排出量は 10 億 9,000 万トンであり、基準年の排出量に対して 10 % 減である。

今回の削減ポテンシャルを参考として、今後、6 % 目標達成のための追加的な対策強化の在り方について検討していく必要がある。

表 13 削減ポテンシャルを加味した温室効果ガス総排出量 [百万トン CO2]

	基準年	計画 1		計画 2	
		低位水準	高位水準	低位水準	高位水準
計画ケースにおける 温室効果ガス 総排出量推計値	1,210	1,271 (105)		1,303 (108)	
削減ポテンシャル を含む温室効果 ガス総排出量	1,210	1,161 (96)	1,058 (87)	1,193 (99)	1,090 (90)

(注)()内は基準年の排出量を 100 とした時の数値

5. まとめ

本検討会では、1998年(平成10年)6月の大綱策定以後の情勢変化を踏まえて、大綱策定以降既に決定されていた地球温暖化対策を実施した場合の2010年時点での削減見込み(計画ケース)、さらに、追加的な対策技術について、その導入のための資金的、社会的、制度的な条件が一定程度整ったと仮定した場合の2010年時点の最大限の削減ポテンシャル量について推定を行った。

その過程で、その算定方法に関して透明性と検証可能性を確保することを心がけ、定量的なフォローアップを可能とする枠組みを整備した。これにより、今後、国民の各界各層からの批判、意見を取り入れて、より確実な推計とするとともに、国民一人一人の負担をできる限り公平にし、経済的にも優れた効率的な削減を可能とし、かつ我が国の求めるべき将来像に合ったシナリオへと継続的に改善できるようにしている。

このうち、削減ポテンシャルの中には、比較的容易に実現できる対策から、相当程度の厳しい対策まで含まれるが、政府においては、今後、この削減ポテンシャルとしての推計を基に、現実にはどの部門のどのような対策でどれだけの削減を図って目標の達成を行うかについて、さらに検討していく必要がある。

また、今回の目標年とした2010年以降の我が国の社会経済の将来像についても視野に入れて、エネルギー供給、産業構造、交通・物流システム等のような方向へと進路を取るべきかについて、今後、各界各層における更なる議論が必要であり、このような政策にも温室効果ガス削減目標を織り込ませていくことが重要である。

一方、今回の推計では、データが十分でないために、効率、活動量、排出係数変化、普及率等の推計の前提となる数値を専門家の判断により設定して推計した場合も少なくない。温室効果ガスは、あらゆる社会経済活動に伴って排出されるとともに、その算定にはある程度高い精度が要求されるため、データの集計・解析・公表については、政府においてより組織的に実施する体制を整備することが急務であると言える。

今回の検討は、技術的な観点から6%達成に向けたシナリオについて考察した結果であるが、政府においては、京都議定書に定められた温室効果ガスの削減目標を確実に達成するため、技術的対策の開発・導入に強力なインセンティブを与え、国民全体が削減に積極的に取り組むことのできる対策推進メカニズムの導入に向けて検討を引き続き実施していく必要がある。

温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会委員（敬称略。 は座長。）

氏名	所属・役職
平田 賢	芝浦工業大学システム工学部教授
鮎川 ゆりか	(財)世界自然保護基金(WWF)日本委員会温暖化防止キャンペーン担当
内山 洋司	筑波大学機能工学系教授
浦野 紘平	横浜国立大学工学部教授
甲斐沼美紀子	国立環境研究所地球環境研究グループ温暖化影響・対策研究チーム総合研究官
熊崎 實	筑波大学名誉教授
大聖 泰弘	早稲田大学理工学部教授
槌屋 治紀	(株)システム技術研究所所長
寺田 武彦	日本弁護士連合会
中上 英俊	(株)住環境計画研究所所長
西岡 秀三	慶応義塾大学大学院政策・メディア研究科教授
藤井 美文	文教大学国際学部教授
谷津 龍太郎	アジア太平洋地球変動研究ネットワークセンター長
山地 憲治	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授